



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 101 17 059 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 62 D 5/04

⑳ Aktenzeichen: 101 17 059.9  
㉔ Anmeldetag: 5. 4. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 11. 10. 2001

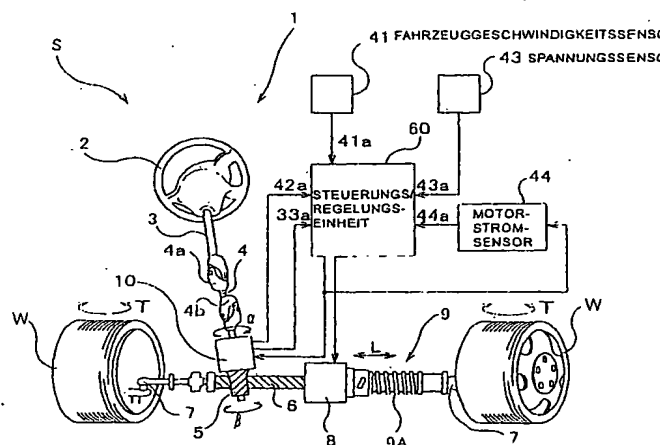
③① Unionspriorität:  
P 00-103291 05. 04. 2000 JP  
⑦① Anmelder:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦④ Vertreter:  
Weickmann & Weickmann, 81679 München

⑦② Erfinder:  
Murata, Makoto, Wako, Saitama, JP; Kurosawa,  
Takao, Wako, Saitama, JP; Sasajima, Kouji, Wako,  
Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Fahrzeug, ausgestattet mit einer Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und einer Servolenkung

⑤⑦ Ein Fahrzeug, welches eine Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung (1) enthält, wird vorgestellt. Die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung beeinflußt ein Lenksystem (S) des Fahrzeugs und ändert das Verhältnis des Lenkwinkels der lenkbaren Straßenräder (W) zu einem Lenkwinkel des Lenkrads (2), indem ein elektrischer Motor entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit betrieben wird. Die Servolenkung (1) beeinflußt das Lenksystem (S) des Fahrzeugs und stellt ein Unterstützungslenkdrehmoment bereit, indem ein elektrischer Motor (8) entsprechend einer manuellen Eingabe von Lenkraddrehmoment betrieben wird. Das Fahrzeug enthält ein Versorgungsspannungsmeßgerät (43) zur Ermittlung einer Spannung einer Stromquelle und eine Steuerungs/Regelungseinheit (60) zur Steuerung/Regelung des elektrischen Motors der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung entsprechend der ermittelten Spannung (43a). Wenn die ermittelte Spannung (43a) auf eine festgelegte Spannung abfällt, bringt die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand und schaltet danach die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung ab.



DE 101 17 059 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Fahrzeuge, welche eine Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung enthalten.

## Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Fahrzeuge, welche eine Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung enthalten, sind bekannt. Die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung beeinflusst ein Lenksystem eines Fahrzeugs, und variiert das Lenkwinkelverhältnis (auch als "Transmissionsrate/Übertragungsrate" oder "Reduktionsgetriebeverhältnis" bezeichnet), das Verhältnis des Lenkwinkels der Straßenräder zu dem Lenkwinkel des Lenkrads. Die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung setzt den Wert des Lenkwinkelverhältnis in einem Bereich niedriger Geschwindigkeit, in welchem oft Lenkoperationen mit einer Eingabe von großen Lenkwinkeln notwendig sind, auf einen höheren Wert fest, so daß die Drehung oder Verstellung der lenkbaren Straßenräder verhältnismäßig groß ist im Vergleich zu einer relativ kleinen Lenkeingabe. Dies ist der sogenannte Schnell-Zustand. Andererseits setzt die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung den Wert des Lenkwinkelverhältnis in einem Bereich hoher Geschwindigkeit, in welchem Lenkoperationen mit einer Eingabe von großen Lenkwinkeln nicht notwendig sind, auf einen niedrigeren Wert fest, so daß die Drehung oder Verstellung der lenkbaren Straßenräder verhältnismäßig klein ist im Vergleich zu einer relativ großen Lenkeingabe. Dies ist der sogenannte Langsam-Zustand. Währenddessen unterstützt die Servolenkung das Drehmoment des Fahrers am Lenkrad, indem die Antriebskraft eines elektrischen Motors genutzt wird und so der für die Lenktätigkeit benötigte Kraftaufwand verringert wird. Dadurch muß der Fahrer keine mühsamen Lenkvorgänge ausführen.

[0003] Die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung sind jeweils mit einem elektrischen Motor ausgestattet, welcher von der Stromversorgung einer Batterie getrieben wird. Durch die Regelung/Steuerung des Antriebs des jeweiligen Motors wird in der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung das Lenkwinkelverhältnis entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht oder verringert, und in der Servolenkung wird das Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der Eingabe von Lenkdrehmoment durch den Fahrer erhöht oder verringert.

[0004] In diesen Fahrzeugen wird berücksichtigt, daß, um ein Stehenbleiben des Motors/der Maschine aufgrund eines Spannungsabfalls der Batterie zu verhindern, in diesem Fall die Unterstützung durch die Servolenkung abgeschaltet wird und die Steuerung/Regelung des Lenkwinkelverhältnis (Lenkverhältnisscharakteristik) durch die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung abgeschaltet wird.

[0005] Da allerdings die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung im Schnell-Zustand im Bereich kleiner Geschwindigkeiten eine große Verstellung der Straßenräder durch eine kleine Lenkeingabe ermöglicht, kann der Lenkvor gang ohne Unterstützung durch die Servolenkung nicht durchgeführt werden. Wenn die Spannung der Batterie abfällt, während die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung im Schnell-Zustand ist und die Unterstützung durch die Servolenkung verringert oder eingestellt wird und die Steuerung/Regelung des Lenkwinkelverhältnis durch die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung abgeschal-

tet wird, dann wird die Bewegung des Lenkrad schwergängig. Dies ist nicht erwünscht. Trotzdem muß der Abfall der Batteriespannung eingeschränkt werden, um einen Motor/Maschinenausfall zu verhindern. Des weiteren werden diese fail-safe/Betriebssicherungsvorgänge vorzugsweise so ausgeführt, daß der Fahrer kein unbehagliches Gefühl wahr nimmt.

[0006] Angesichts der obigen Ausführungen, schlägt diese Erfindung ein Fahrzeug vor, welches die Nachteile des Stands der Technik beseitigt.

## Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Gemäß eines ersten Gesichtspunkts der Erfindung wird ein Fahrzeug, welches eine Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung enthält, vorgeschlagen, wobei die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung ein Lenksystem des Fahrzeugs beeinflusst und das Verhältnis des Lenkwinkels der lenkbaren Straßenräder zu einem Lenkwinkel des Lenkrads ändert, indem ein elektrischer Motor entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit betrieben wird und die Servolenkung ein Lenksystem des Fahrzeugs beeinflusst und ein Unterstützungslenkdrrehmoment/Unterstützungslenkdrehmoment bereitstellt, indem ein elektrischer Motor entsprechend einer manuellen Eingabe von Lenkraddrehmoment betrieben wird. Dabei enthält das Fahrzeug: ein Stromversorgungsspannungsmeßgerät zur Ermittlung der Spannung einer Stromquelle, eine Steuerungs/Regelungseinheit zur Steuerung/Regelung des elektrischen Motors der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung entsprechend der ermittelten Spannung, wobei, wenn die ermittelte Spannung auf eine festgelegte Spannung oder darunter abfällt, die Steuerungs/Regelungseinheit die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand bringt und danach die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung abschaltet.

[0008] In einer solchen Anordnung wird die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung abgeschaltet, wenn die Spannung der Stromquelle auf eine festgelegte Spannung (K1) oder darunter abfällt, so daß die Lebensdauer der Stromquelle verlängert wird oder sich die Stromquelle erholen kann. Dies kann das Auftreten einer Störung, wie einen Stillstand des Motors/der Maschine verhindern oder begrenzen. Es sollte erwähnt werden, daß bei einem Abfall der Versorgungsspannung und des Unterstützungslenkdrehmoments der Servolenkung in einigen Stellungen der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung die Lenktätigkeit erschwert ist. Daher wird die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung vorzugsweise in einen langsamen (trägen) Zustand/Langsam-Zustand gebracht, in dem das Lenkwinkelverhältnis klein ist, so daß die Lenktätigkeit mit verminderter Unterstützung durch das Unterstützungslenkdrehmoment durchgeführt wird. Dabei wird "eine festgelegte Spannung" größer bestimmt als die Spannung, bei welcher die jeweiligen Steuerungs/Regelungsvorrichtungen (Computer) zur Regelung/Steuerung der im Fahrzeug angebrachten Ausrüstungsteile ohne jede Betriebsstörung betrieben werden können, und die im Vergleich zum normalen Gebrauchszustand sehr niedrig ist. Die festgelegte Spannung zeigt auch die kritische Spannung an, unterhalb derer die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und/oder die Servolenkung nicht normal betrieben werden sollen, weil sonst der Motor/die Antriebsmaschine stehenbleiben könnte, wenn die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und/oder der elektrisch angetriebene Lenkungsapparat angeschaltet wird. Die festgelegte Spannung ist zum Beispiel 9,5 V.

[0009] Gemäß eines zweiten Gesichtspunkts der Erfindung

dung verringert die Steuerungs/Regelungseinheit die Unterstützung durch das Unterstützungslenkraddrehmoment von dem elektrischen Motor der Servolenkung, wenn die ermittelte Spannung auf eine festgelegte Spannung oder darunter abfällt. Die Steuerungs/Regelungseinheit stellt die Unterstützung durch dieses Unterstützungslenkraddrehmoment ein, wenn die Spannung weiter auf eine untere Grenzspannung abfällt, welche so festgelegt ist, daß sie kleiner ist als die festgelegte Spannung.

[0010] In einer solchen Anordnung wird die Unterstützung durch die Unterstützungslenkradkraft (Unterstützungslenkraddrehmoment) der Servolenkung verringert, wenn die Versorgungsspannung auf eine festgelegte Spannung oder darunter abfällt, und die Unterstützung wird unterhalb der unteren Grenzspannung eingestellt, so daß die Lebensdauer der Stromquelle verlängert wird oder sich die Stromquelle erholen kann. Dadurch kann der Abfall der Versorgungsspannung verlässlich verhindert werden. Die festgelegte Spannung kann dieselbe sein, wie die in der vorhergehenden Beschreibung erwähnte. Die untere Grenzspannung wird als niedrige Spannung definiert, bei der zum Beispiel die elektrischen Ausstattungsteile nicht betrieben werden können, aber wenigstens der Motor noch läuft. Die untere Grenzspannung ist zum Beispiel 8 V.

[0011] Gemäß eines dritten Gesichtspunkts der Erfindung führt die Steuerungs/Regelungseinheit die Unterstützung durch, indem das Unterstützungslenkraddrehmoment entsprechend des Werts der ermittelten Spannung verringert wird, wenn die ermittelte Spannung zwischen der festgelegten Spannung und der unteren Grenzspannung liegt.

[0012] In einer solchen Anordnung wird die Unterstützung entsprechend der ermittelten Spannung verringert und dadurch wird die Stromquelle keiner starken Belastung ausgesetzt. Des weiteren nimmt der Fahrer sogar dann kein unbehagliches Gefühl wahr, wenn er während des Spannungsabfalls lenkt, es sei denn die Spannung fällt sofort schlagartig ab. Außerdem nimmt der Fahrer sogar dann kein unbehagliches Gefühl wahr, wenn er während der Erholung und dem Anstieg der Spannung lenkt, außer daß sich die Spannung schlagartig erholt.

[0013] Vorzugsweise wird eine Steuerungs/Regelungsvorrichtung vorgesehen, welche den Verbrauch an elektrischer Energie der für den Betrieb des Motors unnötigen Ausrüstungsteile oder der Ausrüstungsteile, welche die Sicherheit des Fahrzeugs nicht beeinflussen, wie eine Klimaanlage oder einem Audiosystem, einschränkt. Die Steuerungs/Regelungsvorrichtung steuert/regelt den Betrieb dieser Ausstattungsteile basierend auf der ermittelten Spannung derart, daß wenn die Spannung auf die festgelegte Spannung oder darunter abfällt, der Betrieb der Ausrüstungsteile vorzugsweise eingeschränkt wird oder alternativ der Betrieb ganz eingestellt wird. Wie oben erwähnt, gewährleistet die gemeinsame Steuerung/Regelung der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und der Servolenkung mit der weiteren Ausstattung sowohl eine gleichmäßige Lenktätigkeit, wie auch eine verbesserte Batterieerholungsverlängerung (Batterieerholungsfunktion).

[0014] Des weiteren bestimmt in dem zuvor erwähnten Aufbau die Steuerungs/Regelungsvorrichtung vorzugsweise einen Niederspannungszustand, wenn die ermittelte Spannung für eine gewisse Zeitspanne ständig auf die festgelegte Spannung oder darunter abfällt. Die Steuerungs/Regelungsvorrichtung verringert dann als fail-safe-Vorgang/Betriebs-sicherungsvorgang die Unterstützung durch das Unterstützungslenkraddrehmoment, bringt die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand und hält hinterher die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung an. Vorzugsweise steuert/regelt die Steuerungs/Re-

gelungsvorrichtung die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung gemeinsam mit anderen Ausstattungsteilen, wenn die ermittelte Spannung für eine gewisse Zeitspanne ständig auf die festgelegte Spannung oder darunter abfällt. Dies geschieht, weil die Spannung auch im normalen Betriebszustand wegen Rauschens oder Spannungsschwankungen abfällt, und ein fail-safe-Vorgang, Betriebssicherungsvorgang nicht immer benötigt wird. Dadurch wird wegen Rauschens oder Spannungsschwankungen abgefallene Spannung erholt sich wieder nach einer relativ kurzen Zeitspanne, wie zum Beispiel weniger als 0,2 oder 0,5 Sekunden. Daher kann eine Beurteilung durchgeführt werden ob ein fail-safe-Vorgang/Betriebssicherungsvorgang notwendig ist, indem eine solche Zeitspanne festgelegt wird. Ein unnötiger fail-safe-Vorgang/Betriebssicherungsvorgang kann vermieden werden, wenn die Spannung im normalen Betriebszustand abfällt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Als Beispiel werden weiter unten bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen, beschrieben, in welchen:

[0016] Fig. 1 eine schematische Ansicht des gesamten Aufbaus der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und der Servolenkung entsprechend der Erfindung ist;

[0017] Fig. 2 eine Schnittansicht der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung aus Fig. 1 ist;

[0018] Fig. 3 ein auseinandergezogener Perspektivschnitt ist, welcher eine Welle der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung zeigt;

[0019] Fig. 4 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A aus Fig. 2 ist;

[0020] Fig. 5 eine erklärende Ansicht ist, welche das Funktionsprinzip der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung darstellt;

[0021] Fig. 6 einen Graph zeigt, welcher die Lenkwinkelcharakteristik der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung darstellt;

[0022] Fig. 7 ein Blockdiagramm ist, welches eine Steuerungseinheit der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung zeigt;

[0023] Fig. 8 einen Aufbau einer Motorbetriebsvorrichtung aus Fig. 7 zeigt;

[0024] Fig. 9 ein Blockdiagramm ist, welches eine Zielzentritätsfestlegungsvorrichtung aus Fig. 7 darstellt;

[0025] Fig. 10A ein Blockdiagramm ist, welches Details einer Zielstromfestlegungsvorrichtung aus Fig. 7 zeigt, und Fig. 10B eine Karte/Kennfeld zeigt, die das Verhältnis zwischen einem Spannungssignal und einem Korrekturkoeffizienten zeigt, welches von einem Zielstromfestlegungselement nachgeschlagen wird;

[0026] Fig. 11 ein Steuerungs-Zeitdiagramm eines Fahrzeugs, welches eine Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung enthält, im Niederspannungszustand zeigt;

[0027] Fig. 12 ein Steuerungs-Zeitdiagramm eines Fahrzeugs, welches eine Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung enthält, im Spannungserholungszustand zeigt.

#### Detaillierte Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform

[0028] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen wird ein Fahrzeug beschrieben, welches eine Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung beinhaltet. Dabei ist das Fahrzeug hier nicht auf eine bestimmte A-

festgelegt, solange es mit einem Motor (Brennkraftmaschine und/oder Antriebsmotor) ausgestattet ist, kann das Fahrzeug ein gewöhnliches Personenkraftfahrzeug, ein Fahrzeug für Bauarbeiten, ein Fahrzeug für besondere Anforderungen, oder ähnliches sein.

[0029] Das Fahrzeug, welches die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung beinhaltet, enthält ein Versorgungsspannungsmeßgerät zur Messung der Spannung einer Stromversorgungseinheit und eine Steuerungs/Regelungseinheit zur Steuerung/Regelung sowohl des Elektromotors der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung als auch des Elektromotors der Servolenkung. Wenn die Spannung der Stromversorgungseinheit auf einen bestimmten Wert abfällt, verringert die Steuerungs/Regelungseinheit die Unterstützung durch die Servolenkung (oder durch ein unterstützendes Lenkungs drehmoment) und bringt die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand.

[0030] Des weiteren führt die Steuerungs/Regelungseinheit die Unterstützung entsprechend der Spannung der Stromversorgungseinheit durch, wenn die Spannung zwischen diesem bestimmten Wert und einer unteren Grenzspannung liegt. Die Spannung der Stromversorgungseinheit (Batterie) fällt dabei durch alterungsbedingte Verschlechterung, abnehmenden Füllsäurepegel oder ähnlichem ab.

[0031] Zuerst wird der Aufbau der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und der Servolenkung beschrieben.

[0032] Fig. 1 veranschaulicht den gesamten Aufbau der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und der Servolenkung. Die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung 1 enthalten dabei eine Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 und eine Steuerungs/Regelungseinheit 60 (bezugnehmend auf Fig. 7). Die Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 ist in einem Lenkungssystem S von einem Lenkrad 2 zu lenkbaren Straßenrädern W vorgesehen.

[0033] Die Steuerungs/Regelungseinheit 60 steuert/regelt dabei die Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10, nämlich mit einem Motor 27 für die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung (im folgenden als VGS-Motor (variable gear ratio steering device) bezeichnet) in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0034] Im Lenkungssystem S ist ein Lenkrad 2 integral an einer Lenkungswelle 3 befestigt, und das untere Ende der Lenkungswelle 3 ist über eine Verbindungswelle 4, welche ein Paar Antriebsgelenke/Kreuzgelenke 4a und 4b enthält, mit der Eingangswelle der Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 verbunden. Die Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 variiert das Verhältnis ( $\alpha/\beta$ ) des Rotationswinkels  $\beta$  der Ausgangswelle zum Rotationswinkel  $\alpha$  der Eingangswelle kontinuierlich. Die Ausgangswelle der Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 ist mit einem Ritzel 5 versehen. Der Ritzel 5 greift in Zähne einer Zahnstange 6 derart ein, daß die Drehbewegung dieser Ausgangswelle in eine lineare Bewegung (L) der Zahnstange 6 umgesetzt wird, welche ihrerseits in eine Lenkbewegung (T) der vorderen Räder oder der steuerbaren Straßenräder W über Zugstangen 7 und Spurstangengelenke umgewandelt wird.

[0035] In der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung und der Servolenkung 1 ist ein Motor 8 für die Servolenkung (im folgenden als EPS-Motor (electric power steering apparatus) bezeichnet) seitlich und coaxial zur Zahnstange 6 vorgesehen, um ein unterstützendes Lenkungs drehmoment zu erzeugen.

[0036] Die Rotation des EPS-Motors wird über einen Kugelumlaufspindelmechanismus 9, der sich coaxial zur Zahnstange 6 befindet, in eine Schubkraft umgewandelt, welche

auf eine Zahnstangen-Kugelumlaufspindel 9A wirkt (Zahnstange 6). Der EPS-Motor 8 wird von der Steuerungs/Regelungseinheit 60 gesteuert/geregt (bezugnehmend auf Fig. 7). Diese Steuerungs/Regelungseinheit 60 steuert/regelt auch den VGS-Motor 27.

[0037] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 4 eine Ausführungsform der Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung beschrieben.

[0038] Wie in Fig. 2 dargestellt, wird ein Unterstützungselement 14 mittels eines Kugellagers 12 in einem oberen Gehäuse 13a drehbar gehalten. In einer außermittigen Position des Unterstützungselements 14 wird die Antriebswelle 11 mittels eines Kugellagers 15 drehbar gehalten. Ein Ende der Antriebswelle 11 wird in einem unteren Gehäuse 13b aufgenommen und ist integral zu einer Kupplung 16 ausgebildet um die Drehkraft auf die Abtriebswelle 17 zu übertragen. Die Antriebswelle 11 ist, wie in Fig. 1 dargestellt, auch mit der Verbindungswelle 4 verbunden, daher kann die Antriebswelle 11 über die Verbindungswelle 4 durch Drehen des Lenkrads 2 gedreht werden.

[0039] Die Abtriebswelle 17 wird mittels eines Paares Kugellager 18a, 18b in einem unteren Gehäuse 13b drehbar gehalten. Der Ritzel 5, der in die Zahnstange 6 eingreift, ist integral an der Abtriebswelle 17 ausgebildet. Ein Ende der Abtriebswelle 17 ragt in das untere Gehäuse 13b vor. Eine Zwischenwelle 19 steht aus einem Ende der Abtriebswelle 17, in einer Position exzentrisch zur Mitte der Abtriebswelle 17 versetzt, hervor. Die Zwischenwelle 19 und die Kupplung 16, die integral an der Antriebswelle 11 ausgebildet ist, sind über einen Schieber 21 und ein konisch zulaufendes Rollenlager 22 verbunden. Ein Paar von flachen Nadellagern 20 ist zwischen dem Schieber 21 und der Kupplung 16 zwischengeschaltet. Ein Versiegelungselement 35, welches ein flexibles röhrenartiges Teilstück enthält, ist zwischen der Antriebswelle 11 und dem oberen Gehäuse 13a eingepaßt, um so die Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 abzudichten.

[0040] Wie am besten in Fig. 3 ersichtlich, ist eine Nut/Rinne 23, welche einen trapezförmigen Querschnitt besitzt, in der unteren Oberfläche der Kupplung 16 ausgebildet. Der Schieber 21 greift mit dem Paar ebener Nadellager 20 verschiebbar in die gegenüberliegenden geneigten Oberflächen der Nut 23 ein. Die Zwischenwelle 19 greift durch das konisch zulaufende Rollenlager 22 in den mittleren Abschnitt der unteren Oberfläche des Schiebers 21 ein, so daß die Zwischenwelle 19 und das konisch zulaufende Rollenlager 22 relativ zueinander drehbar sind.

[0041] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist eine Justierschraube 24 schraubbar in das untere Ende des unteren Gehäuses 13b eingesetzt. Das innere Ende dieser Justierschraube 24 stößt an den äußeren Kugellagering des Kugellagers 18b, welches das untere Ende der Abtriebswelle 17 trägt, so daß durch geeignetes Drehen der Justierschraube 24 der Ritzel 5 entlang seiner Drehachse verschoben wird und eine gewünschte Vorlast zwischen der Antriebswelle 11, der Abtriebswelle 17 und der zwischengeschalteten Kupplung 16 angelegt werden kann. Dadurch ist es möglich, jegliches Spiel, welches die Kupplung 16 aufweisen könnte, zu beseitigen und die Stabilität des Drehmomentübertragungsgetriebes zu verbessern.

[0042] Wie in Fig. 4 dargestellt, ist ein fächerförmiges Schnecken-Teilrad 25 an einem äußeren Teil des Unterstützungselements 14 ausgebildet. Das Schnecken-Teilrad 25 greift in eine Schnecke/Schraube 28 ein, welche durch einen VGS-Motor 27 für die Lenkungs Vorrichtung mit variabler Übersetzung über einen Schnecken-Unterstützungsmechanismus 26 getrieben wird. Wenn der VGS-Motor betrieben wird, kann eine Drehbewegung auf das Unterstützungsele-

ment 14 in einem festgelegtem Winkelbereich übertragen werden. Die Schnecke 28 ist unter Benutzung einer exzentrischen Nocke an dem oberen Gehäuse 13a mittels eines Spielbeseitigungselements 29 befestigt. Ein Innensechskant 30 ist an einem Ende des Spielbeseitigungselements 29 ausgebildet. Wenn eine Sechskant-Kupplungsschraube in den Innensechskant 30 eingeführt wird und diese Sechskant-Kupplungsschraube relativ zum oberen Gehäuse 13a gedreht wird, wird dadurch die Mittelachse des Spielbeseitigungselements 29 versetzt, so daß der Eingriffspunkt mit dem Schnecken-Teilrad 25 variiert wird. Darüber hinaus sind die Schnecke 28 und der Schnecken-Unterstützungsmechanismus 26 durch eine Oldhamkupplung/Kreuzscheibenkupplung 31 verbunden, um eine Versetzung der Mittelachse der Schnecke 28 zu erlauben.

[0043] Ein Versetzungssensor 33, wie zum Beispiel ein Differentialübertrager, ist an dem oberen Gehäuse 13a so angebracht, daß ein Stift 32, welcher aus der oberen Oberfläche des Unterstützungselements 14 hervorspringt, in den Versetzungssensor 33 eingreift. Der Versetzungssensor 33 ermittelt den Drehwinkel des Unterstützungselements 14. Der Wert der Drehung, welcher von dem Versetzungssensor 33 ermittelt wird, nämlich als ein Exzentrizitätswert 33a (tatsächlicher Betrag der Exzentrizität) der Antriebswelle 11, welche von dem Unterstützungselement 14 gehalten wird, wird als digitales Signal an die VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70A in der Steuerungs/Regelungseinheit 60 ausgegeben.

[0044] Wie in Fig. 7 dargestellt, betreibt die VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70A den VGS-Motor 27 durch eine Prozeßsteuerung derart, daß der Exzentrizitätszielwert 71a, welcher dem basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit festgelegten Lenkwinkelverhältnis entspricht, mit dem tatsächlichen Exzentrizitätswert 33a (entsprechend dem tatsächlichen Lenkwinkelverhältnis), ermittelt durch den Versetzungssensor 33, übereinstimmt.

[0045] Das Funktionsprinzip der Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6 beschrieben. Fig. 5 ist dabei eine erklärende Ansicht, welche das Arbeitsprinzip der Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung zeigt. Fig. 6 ist ein Graph, welcher das Eingangswinkel-Ausgangswinkel-Verhalten, welches kennzeichnend ist für die Lenkverhältnisscharakteristik der Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung, zeigt.

[0046] In dem Diagramm aus Fig. 5 bezeichnen A und B die Drehachsen der Antriebswelle 11 und der Abtriebswelle 17, C bezeichnet den Punkt des Eingriffs der Zwischenwelle 19, b bezeichnet den Abstand zwischen B und C, a den Betrag der Exzentrizität zwischen Antriebswelle 11 und Abtriebswelle 17 oder den Abstand zwischen A und B,  $\alpha$  bezeichnet den Drehwinkel der Antriebswelle 11 oder den Lenkungswinkel des Lenkrads 2 und  $\beta$  bezeichnet den Drehwinkel der Abtriebswelle 17 oder den Drehwinkel des Ritzels 5. Entsprechend den geometrischen Verhältnissen zwischen den einzelnen Teilen gelten die folgenden mathematischen Beziehungen:

$$b \cdot \sin \beta = (b \cdot \cos \beta - a) \cdot \tan \alpha$$

[0047] Dies kann auch folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$\alpha = \tan^{-1}(b \cdot \sin \beta / (b \cdot \cos \beta - a))$$

[0048] Wenn die Antriebswelle 11 durch die Betätigung des Lenkrads durch den Fahrer gedreht wird, bewegt sich die Zwischenwelle 19 aufgrund des Eingriffs zwischen der

Kupplung 16 der Antriebswelle 11 und dem Schieber 21 w eine Kurbel um die Drehachse der Abtriebswelle 17. Am besten ersichtlich ist dies aus Fig. 5, wenn der Drehwinkel  $\alpha$  der Antriebswelle 11 gleich 90 Grad ist, nimmt der Drehwinkel der Abtriebswelle 17 den in dieser Zeichnung dargestellten Winkel  $\beta$  an.

[0049] Wenn das weitere das Unterstützungselement 1 gedreht wird, wird durch die exzentrische Nocke die Mittelachse der Antriebswelle 11 im Bereich zwischen A0 und A1, wie in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt, verschoben. Durch die Veränderung der Mittelachse der Antriebswelle 11 in der Drehwinkel der Abtriebswelle 17 nicht generell proportional zum Drehwinkel der Antriebswelle 11, wenn der Betrag der Exzentrizität a zwischen der Antriebswelle 11 und der Abtriebswelle 17 mit einem bestimmten Wert ermittelt wurde, und die Mittelachsen der Antriebswelle 11 und der Abtriebswelle 17 zueinander exzentrisch angeordnet sind. Genauer nimmt die Veränderung des Drehwinkels der Abtriebswelle 17 für ein gegebenes Inkrement des Drehwinkels der Antriebswelle 11 mit zunehmendem Drehwinkel der Antriebswelle 11 fortschreitend zu, wie durch die Linien  $a_1$  und  $a_2$  in Fig. 6 angedeutet.

[0050] Wenn der Betrag der Exzentrizität a zwischen den Mittelachsen der Antriebswelle 11 und der Abtriebswelle 17 kontinuierlich in dem Bereich zwischen  $a_2$  und  $a_1$  ( $a_2 > a_1 > a_0 = 0$ ) verändert wird, ist es möglich, das Verhältnis ( $\beta/\alpha$ ), oder das effektive Lenkwinkelverhältnis, den Drehwinkel  $\beta$  der Abtriebswelle 17 bei einem gegebenen Drehwinkel  $\alpha$  der Antriebswelle 11 zu verändern. Wenn der Betrag der Exzentrizität a zwischen der Antriebswelle 11 und der Abtriebswelle 17 vergrößert wird, wird die Zunahme der Änderung des Ausgangswinkels  $\beta$  im Vergleich zum Eingangswinkel  $\alpha$  vergrößert. Wenn der Betrag der Exzentrizität a gleich 0 ist, ist der Eingangswinkel  $\alpha$  gleich dem Ausgangswinkel  $\beta$ , wie die gestrichelte Linie  $a_0$  in Fig. 6 zeigt.

[0051] Wenn die Veränderung des Lenkwinkelverhältnisses in solch einer Weise geregelt/gesteuert wird, daß es in einen Bereich von niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten nach  $a_1$  verstellt wird und in einem Bereich von hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten nach  $a_2$  verstellt wird, können mit der Vergrößerung des Hubs der Zahnstange für den Lenkwinkel des Lenkrads im Vergleich zu einer herkömmlichen Lenkvorrichtung ein empfindlicheres Ansprechen oder schnelleres Verhalten in dem Bereich von niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten erhalten werden. Währenddessen können mit der Verringerung des Hubs der Zahnstange für den Lenkwinkel  $\alpha$  des Lenkrads im Vergleich zu einer herkömmlichen Lenkvorrichtung ein weniger empfindliches Ansprechen oder gedämpfte und langsamere Charakteristik/Verhalten in dem Bereich von hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten erhalten werden. Dadurch kann das Verhältnis zwischen dem effektiven Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit eine flache Charakteristik/Kennlinie haben.

[0052] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 7 und 8 eine Steuerungs/Regelungsvorrichtung für ein Fahrzeug, welches die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung enthält, beschrieben. Dabei ist Fig. 7 ein Blockdiagramm, welches eine Steuerungs/Regelungseinheit der Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung, entsprechend der bevorzugten Ausführungsform, zeigt. Fig. 8 zeigt eine Konstruktion einer Motorsteuerung aus Fig. 7.

[0053] Wie in Fig. 7 gezeigt, enthält die Steuerungs/Regelungseinheit 60 eine Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 und eine Motorbetriebsvorrichtung 80. Die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung enthalten einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 41 zur E

mittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit, einen Lenkdrehmomentsensor 42 zur Ermittlung des vom Fahrer angelegten Lenkdrehmoments, einen Spannungssensor 43 zur Ermittlung der Spannung der Stromversorgung, einen Motorstromsensor 44 zur Ermittlung des elektrischen Stroms, welcher den Motor versorgt, und den vorher erwähnten Versetzungssensor 33. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 41 gibt ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal 41a entsprechend den Umdrehungen der Abtriebswelle des hier nicht gezeigten Getriebes aus, der Lenkdrehmomentsensor 42 gibt ein Lenkdrehmomentsignal 42a entsprechend des vom Fahrer manuell angelegten Lenkdrehmoments aus, und der Spannungssensor 43 ermittelt eine Zündspannung (im weiteren als IG-Spannung bezeichnet (ignition voltage)) und gibt ein Spannungssignal 43a aus. Die IG-Spannung ist kleiner als die Batteriespannung. Der Motorstromsensor 44 ermittelt den Strom, mit welchem der EPS-Motor 8 versorgt wird, und gibt ein Stromsignal 44a aus. In diesen Sensoren wandelt ein nicht gezeigter AD-Umwandler (analog-digital Umwandler) das Signal in ein digitales Signal um. Diese Vorrichtungen, wie die Steuerungs/Regelungseinheit 60 und die Motoren 8, 27, werden von der Stromversorgung BAT (12 V) als Energieduelle angetrieben. Die Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 und ähnliches kann bei 5 V betrieben werden.

[0054] Wie in Fig. 7 gezeigt, enthält die Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 die VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70A und die EPS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70B. Als Hardware ist die Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 versehen mit einer Eingangs/Ausgangsschnittstelle (input/output interface) zu dem Versetzungssensor 33, dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 41, dem Lenkdrehmomentsensor 42, dem Spannungssensor 43, dem Motorstromsensor 44, der VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81, der EPS-Motorbetriebsvorrichtung 82 und ähnlichem, mit einem ROM-Element (read only memory), welches verschiedene Daten und Programme speichert, einem RAM-Element (random access memory), welches vorübergehend verschiedene Daten speichert, und mit Logikschaltkreisen für verschiedene Rechenprozesse. Die VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81 und die EPS-Motorbetriebsvorrichtung 82 der Motorbetriebsvorrichtung 80 sind, wie in Fig. 8 gezeigt, jeweils mit einem Gate-Betriebskreis GC (gate driving circuit) und einer Brückenschaltung BC (bridge circuit) ausgestattet.

[VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung und VGS-Motorbetriebsvorrichtung]

[0055] Im folgenden wird die VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung, welche die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung steuert/regelt, beschrieben.

[0056] Wie in Fig. 7 gezeigt, enthält die VGS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70A, welche die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung steuert/regelt, eine Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71, eine Abweichungsberechnungsvorrichtung 72, eine PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 73 (PID: Proportion, Integration, Differenzierung) und eine PWM-Signalerzeugungsvorrichtung 74 (PWM: Pulsweitenmodulation).

[0057] Die Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 ist mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet und legt den Zielexzentrizitätsbetrag 71a der Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 fest, um ein bestimmtes Lenkverhalten/Lenkcharakteristik (oder Lenkwinkelverhältnis) entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhalten. Zu diesem Zweck sucht die Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 den Zielexzentrizitätsbetrag 71a (71Aa) aus den Funktionen/Karten/Kennfeldern im Datenbereich unter Be-

nutzung des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals 41a, welches als digitales Eingangssignal vorliegt, heraus und gibt dann das Ergebnis an die Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 aus. Die Funktion/Karte/Abbildung des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals 41a und des Zielexzentrizitätsbetrags 71a (71Aa) wird basierend auf experimentellen Ergebnissen oder logischen Operationen so festgesetzt, daß der Zielexzentrizitätsbetrag größer wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt. Die Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 legt den maximalen Exzentrizitätsbetrag als den Zielexzentrizitätsbetrags 71a fest, wenn das am Eingang anliegende digitalisierte Spannungssignal 43a auf eine bestimmte Spannung (9,5 V in dieser Ausführungsform) oder darunter abfällt. Dies wird später beschrieben.

[0058] Die Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 enthält ein Subtrahierelement als Hardware oder als softwarekontrollierte Subtrahierfunktion. Der Zielexzentrizitätsbetrag 71a der Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 und das digitalisierte Exzentrizitätsbetragssignal 33a des Versetzungssensors 33 sind Eingangssignale der Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 und die Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 gibt ein Abweichungssignal 72a an die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 73 aus.

[0059] Die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 73 ist mit einem Logikschaltkreis und ähnlichem ausgestattet und führt Operationen wie P (Proportion/Verhältnis), I (Integration) und D (Differenzieren) hinsichtlich des Abweichungssignals 72a der Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 aus. Um die Abweichung an Null anzunähern, erzeugt die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 73 ein Betriebssteuerungssignal 73a, welches die Richtung und den Betrag des elektrischen Stroms, mit welchem der VGS-Motor 27 versorgt wird, anzeigt, und gibt dieses Signal aus.

[0060] Die PWM-Signalerzeugungsvorrichtung 74 ist mit einem Logikschaltkreis und ähnlichem ausgestattet. Die PWM-Signalerzeugungsvorrichtung 74 erzeugt ein PWM-Signal 74a (Pulsweitenmodulation), welches dem gegenwärtigen Wert und der Polarität des Betriebssteuerungssignal 73a entspricht, und gibt dieses an die Motorbetriebsvorrichtung 80 (VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81) aus.

[0061] Wie in Fig. 8 gezeigt, ist die VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81 mit einem Gate-Betriebskreis GC (gate driving circuit) und einer Brückenschaltung BC (bridge circuit) ausgestattet. Die Brückenschaltung BC enthält vier Feldeffekttransistoren FET, und jedes Gate Ge der Feldeffekttransistoren wird mittels eines Gate-Betriebskreises GC betrieben. Mit dieser Anordnung wird der VGS-Motor 27 PWM-getrieben, entsprechend des Einschaltdauerverhältnisses (duty ratio) des PWM-Signals, ON-Signal zu OFF-Signal.

[0062] Bezugnehmend auf Fig. 9 werden die Details der zuvor erwähnten Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 beschrieben. Diese Vorrichtung setzt im normalen Zustand den Zielexzentrizitätsbetrag 71a in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit oder dem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal 41a fest. Wenn die Spannung auf einen bestimmten Wert K1 oder darunter abfällt, setzt sie den Zielexzentrizitätsbetrag 71a auf den Maximalbetrag. Dabei ist Fig. 9 ein Blockdiagramm, welches Details der Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 zeigt.

[0063] Wie in Fig. 9 gezeigt, enthält die Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 mindestens ein Zielexzentrizitätsfestlegungselement 71A, ein Referenzspannungsspeicherelement 71B, ein Vergleichs/Auswahlelement 71C und ein Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D.

[0064] Das Zielexzentrizitätsfestlegungselement 71A ist mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet. Das Zielexzentrizitätsfestlegungselement 71A sucht den Zielexzentrizitätsbetrag 71Aa aus den Funktionen/Karten/Kenn-



feldern im Datenbereich unter Benutzung des digitalisierten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals 41a heraus und gibt das Ergebnis aus. Wie oben erwähnt, wird die Funktion/Karte/Abbildung so festgesetzt, so daß der Zielexzentrizitätsbetrag 71Aa größer wird, wenn das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal 41a zunimmt.

[0065] Das Referenzspannungsspeicherelement 71B ist mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet und speichert die festgelegte Spannung K1. In dieser Ausführungsform ist die festgelegte Spannung K1 9,5 V für die IG-Spannungssignal 43a kleiner ist als die festgelegte Spannung K1, das heißt, ob ein Niederspannungszustand vorliegt, oder nicht. Basierend auf diesem Vergleichsergebnis gibt das Vergleichs/Auswahlelement 71C ein Niederspannungssignal LV1 (low voltage) an das Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D aus. Dabei ist das Niederspannungssignal LV1 ein H-Zustandssignal (HIGH) wenn ein Niederspannungszustand herrscht und ein L-Zustandssignal (LOW) in normalen Zustand. Der Niederspannungszustand wird bestimmt, wenn das Spannungssignal 43a für mindestens 0,5 Sekunden kontinuierlich kleiner ist als die festgelegte Spannung K1. Des weiteren wählt das Vergleichs/Auswahlelement 71C den Zielexzentrizitätsbetrag 71Ca aus, welcher im Datenbereich gespeichert ist, und gibt ihn an das Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D aus, wenn der Niederspannungszustand bestimmt wurde. Dabei ist der Zielexzentrizitätsbetrag 71Ca im Niederspannungszustand derart, daß der Exzentrizitätsbetrag der Vorrichtung zur variablen Übersetzung 10 zum Maximum (oder in die Nähe des maximalen Betrags) gebracht wird, um so die langsamste Lenkverhältnisscharakteristik zu erlangen.

[0067] Das Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D ist mit einem Schaltelement und ähnlichem ausgestattet, und schaltet den Zielexzentrizitätsbetrag 71Aa und 71Ca basierend auf dem Zustand (H oder L) des Niederspannungssignals LV1 des Vergleichs/Auswahlelements 71C. Dabei sind die Zielexzentrizitätsbeträge 71Aa und 71Ca Eingangsgrößen. Genauer, wenn sich das Niederspannungssignal LV1 im L-Zustand befindet, welches nicht im Niederspannungszustand ist, dann gibt das Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D den Zielexzentrizitätsbetrag 71Aa der Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 als Zielexzentrizitätsbetrag 71a an die Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 (Fig. 7), welche später beschrieben wird, aus.

[0068] Wenn sich dagegen das Niederspannungssignal LV1 im H-Zustand befindet, was im Niederspannungszustand der Fall ist, dann gibt das Zielexzentrizitätsschaltungselement 71D den Zielexzentrizitätsbetrag 71Ca im Niederspannungsbereich als Zielexzentrizitätsbetrag 71a an die später beschriebene Abweichungsberechnungsvorrichtung 72 aus.

[0069] Wenn der Niederspannungszustand angenommen wird, verschiebt sich die Lenkverhältnisscharakteristik dementsprechend schnell zu einem Langsam-Zustand (als einer Fallsicherungsmaßnahme/fail-save Vorgang) und erleichtert so den Lenkvorgang des Fahrers.

[0070] Dieser fail-safe-Vorgang wird weitergeführt bis der Exzentrizitätsbetrag auf ein Maximum angestiegen ist, auch wenn die Spannung der Batterie BAT während der Vergrößerung des Exzentrizitätsbetrags auf 8 V oder darunter abfällt (eine untere Grenzspannung K2, die später beschrieben

wird).

[0071] Wenn der Niederspannungszustand angenommen wird, läßt die VGS-Steuers/Regelungsvorrichtung 70 eine VGS-Warnleuchte WL1 aufleuchten, um so dem Fahrer anzuzeigen, daß sich die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung im langsamen Betriebszustand/Langsam-Zustand befindet, nämlich, daß der Betrieb der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung eingestellt wurde. A diesem Grund gibt das Vergleichs/Auswahlelement 71C d Niederspannungssignal LV1, welches basiert auf dem Entscheidungsergebnis, ob ein Niederspannungszustand vorliegt oder nicht, an die VGS-Warnleuchte WL1 aus. I VGS-Warnleuchte WL1 leuchtet, wenn das Niederspannungssignal LV1 im H-Zustand anliegt.

[0072] Wenn nun das Niederspannungssignal LV1 im Zustand einmal anliegt, wird es beibehalten, bis der Zündschalter AUSgeschaltet wird (OFF) und dann EINGeschaltet wird (ON). Das Niederspannungssignal LV1 wird vom Zustand auf den L-Zustand gesetzt, wenn die Spannung der Stromversorgung BAT beim EINSchalten (ON) des Zündschalters mehr als 9,5 V beträgt. Alternativ wird das Niederspannungssignal LV1 freigegeben und vom H-Zustand auf den L-Zustand gesetzt, wenn ein System-Reset durchgeführt wird und die Spannung der Stromversorgung BAT nach dem Reset größer als 9,5 V ist.

[0073] Wenn der Niederspannungszustand einmal bestimmt wurde, wird daher das Niederspannungssignal LV im H-Zustand nicht durch das Niederspannungssignal LV im L-Zustand ersetzt, auch wenn sich die Spannung auf über 9,5 V (9,68 V oder mehr) erholt, und die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung bleibt im Langsam-Zustand es sei denn, der Zündschalter wird AUS- und EINGeschaltet (ON/OFF). Auch die Warnleuchte WL1 bleibt EINGeschaltet (ON). Eine Instabilität des Systems wird dadurch überwunden.

[0074] In solch einer Anordnung wird eine Schaltungsvorrichtung in der Stromversorgungsleitung bevorzugt zwischen der Stromversorgung BAT und der VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81 vorgesehen, um die Stromversorgungsleitung EIN- und AUSzuschalten (ON/OFF). Die Schaltungsvorrichtung ist derart vorgesehen, daß sie sich im AUS-Zustand (OFF) befindet, wenn ein Niederspannungszustand vorliegt und der tatsächliche Exzentrizitätsbetrag 33a des Verstellungssensors 33 annähernd dem Maximalwert entspricht, und die Versorgung der VGS-Motorbetriebsvorrichtung durch die Stromversorgung BAT unterbrochen wird. Dadurch wird die Abnahme der Spannung der Stromversorgung BAT zuverlässig verhindert.

[0075] Vorzugsweise schaltet die Schaltungsvorrichtung E (ON), wenn die Spannung über 9,5 V beträgt, nachdem der Zündschalter AUS- und EINGeschaltet (OFF-ON) wurde. Dadurch wird die Anzeige der VGS-Warnleuchte WL1 Einklang gebracht.

[EPS-Steuers/Regelungsvorrichtung und EPS-Motorbetriebsvorrichtung]

[0076] EPS-Steuers/Regelungsvorrichtung zur Steuerung/Regelung der Servolenkung wird beschrieben.

[0077] Wie in Fig. 7 gezeigt, enthält die EPS-Steuerung Regelungs- und Servolenkungsvorrichtung 70B zur Steuerung/Regelung der Servolenkung eine Zielstromfestlegungsvorrichtung 7 eine Abweichungsberechnungsvorrichtung 77, eine PID Steuerungs/Regelungsvorrichtung 78 und eine PWM-Signalzeugungsvorrichtung 79.

[0078] Die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 legt einen Zielstrombetrag 76a des EPS-Motors 8 fest, um ein bestimmtes Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der

manuellen Lenkdrehmoments zu erreichen. Aus diesem Grund ist die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet. Die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 sucht den Zielstrombetrag 76a (76Aa) aus den Funktionen/Karten im Datenbereich unter Benutzung des Lenkdrehmomentsignals 42a, welches als digitales Eingangssignal vorliegt, heraus und gibt das Ergebnis an die Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 aus. Die Funktion/Karte/Abbildung des Lenkdrehmomentsignals 42a und des Zielstrombetrags 76a (76Aa) wird basierend auf experimentellen Ergebnissen oder logischen Operationen so festgesetzt, daß der Zielstrom größer wird, wenn das Lenkdrehmomentsignal 42a zunimmt.

[0079] Die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 verringert den Zielstrombetrag 76a, wenn das als digitalisierte Eingangssignal vorliegende Spannungssignal 43a auf eine festgelegte Spannung K1 ( $K1 = 9,5 \text{ V}$  in dieser Ausführungsform) oder darunter absinkt, und setzt den Zielstrombetrag 76a auf Null, wenn das Spannungssignal 43a auf eine untere Grenzspannung K2 ( $K2 = 8 \text{ V}$  in dieser Ausführungsform) oder darunter abfällt. Wenn das Spannungssignal 43a zwischen K1 und K2 liegt, korrigiert die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 den Zielstrombetrag 76a entsprechend des Werts des Spannungssignals 43a nach unten, und erzeugt ein Lenkunterstützungsdrehmoment. Dies wird später beschrieben.

[0080] Die Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 besitzt ein Subtrahierglied als Hardware oder eine softwaregesteuerte Subtrahierfunktion. Der Zielstrombetrag 76a der Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 und das digitalisierte Stromsignal 44a des Motorstromsensors 44 werden in die Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 eingegeben, und die Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 gibt das Abweichungssignal 77a an die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 78 aus.

[0081] Die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 78 ist mit einem Logikschaltkreis und ähnlichem ausgestattet, und führt Operationen wie P (Proportion/Verhältnis), I (Integration) und D (Differenzieren) hinsichtlich des Abweichungssignals 77a der Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 aus. Um die Abweichung an Null anzunähern, erzeugt die PID-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 78 ein Betriebssteuerungssignal 78a, welches die Richtung und den Betrag des elektrischen Stroms, mit welchem der EPS-Motor 8 versorgt wird, anzeigt, und gibt dieses Signal aus.

[0082] Die PWM-Signalerzeugungsvorrichtung 79 ist mit einem Logikschaltkreis und ähnlichem ausgestattet. Die PWM-Signalerzeugungsvorrichtung 79 erzeugt ein PWM-Signal 79a (Pulsweitenmodulation), welches dem gegenwärtigen Wert und der Polarität des Betriebssteuerungssignals 78a entspricht und gibt dieses an die Motorbetriebsvorrichtung 80 (EPS-Motorbetriebsvorrichtung 82) aus.

[0083] Wie in Fig. 8 gezeigt, und ähnlich der VGS-Motorbetriebsvorrichtung 81, ist die EPS-Motorbetriebsvorrichtung 82 mit einem Gate-Betriebskreis GC (gate driving circuit) und einer Brückenschaltung BC (bridge circuit) ausgestattet. Die Brückenschaltung BC enthält vier Feldeffekttransistoren FET, und jedes Gate Ge der Feldeffekttransistoren wird mittels eines Gate-Betriebskreises GC betrieben.

[0084] Mit dieser Anordnung wird der EPS-Motor 8 pulsweitenmoduliert getrieben, entsprechend des Einschaltdauerverhältnisses (duty ratio) des PWM-Signals, ON-Signal zu OFF-Signal.

[0085] Bezugnehmend auf Fig. 10 werden die Details der zuvor erwähnten Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 beschrieben.

[0086] Diese Vorrichtung setzt im normalen Zustand den Zielstrombetrag 76a in Übereinstimmung mit dem manuel-

len Lenkdrehmoment oder dem Lenkdrehmomentsignal 42a fest, und korrigiert den Zielstrombetrag 76a entsprechend des Werts des Spannungssignals 43a nach unten, wenn die Spannung zwischen einer festgelegten Spannung K1 und einer unteren Grenzspannung K2 liegt.

[0087] Wie in Fig. 10A gezeigt, umfaßt die Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 mindestens ein Zielstromfestlegungselement 76A, ein Referenzspannungsspeicherelement 76B, ein Vergleichs/Auswahlelement 76C, ein Multiplikationselement 76D und ein Zielstromschaltungselement 76E. Dabei ist Fig. 10 ein Blockdiagramm, welches Details der Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 zeigt.

[0088] Das Zielstromfestlegungselement 76A ist mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet. Das Zielstromfestlegungselement 76A sucht den Zielstrombetrag 76Aa aus den Funktionen/Karten im Datenbereich unter Benutzung des digitalisierten Lenkdrehmomentsignals 42a heraus und gibt das Ergebnis aus. Wie oben erwähnt, wird die Funktion/Karte/Abbildung so festgesetzt, daß der Zielstrombetrag 76Aa größer wird, wenn das Lenkdrehmomentsignal 42a zunimmt.

[0089] Das Referenzspannungsspeicherelement 76B ist mit einem ROM-Element und ähnlichem ausgestattet und speichert die festgelegte Spannung K1. Die festgelegte Spannung K1 ist  $9,5 \text{ V}$  für die IG-Spannung, was die gleiche Spannung ist wie bei der oben beschriebenen festgelegten Spannung K1, welche im Referenzspannungsspeicherelement 71B der Zielekzentritätsfestlegungsvorrichtung 71 gespeichert ist.

[0090] Das Vergleichs/Auswahlelement 76C ist mit einem Logikschaltkreis, ROM, einem Komparator und ähnlichem ausgestattet. Das Vergleichs/Auswahlelement 76C vergleicht das digitalisierte Spannungssignal 43a und die festgelegte Spannung K1 und bestimmt, ob das Spannungssignal 43a kleiner ist als die festgelegte Spannung K1, das heißt, ob ein Niederspannungszustand vorliegt, oder nicht. Da die Grundlage für diese Beurteilung genau die gleiche ist wie im Vergleichs/Auswahlelement 71C der zuvor erwähnten Zielekzentritätsfestlegungsvorrichtung 71, wird eine weitere Erklärung ausgelassen.

[0091] Des weiteren durchsucht das Vergleichs/Auswahlelement 76C die Funktion/Karte, welche im Datenbereich gespeichert ist, unter Benutzung des Spannungssignals 43a als Adresse, und gibt den korrespondierenden Korrekturkoeffizienten C an das Multiplikationselement 76D, welches später beschrieben wird, aus. Die Funktion/Karte ist in Fig. 10B gezeigt. In dieser Karte ist der Korrekturkoeffizient C gleich "1", wenn die Spannung (oder das Spannungssignal 43a) größer oder gleich der festgelegten Spannung K1 ist und wenn die Spannung kleiner oder gleich der unteren Grenzspannung K2 ist, ist der Korrekturkoeffizient C gleich "0". Wenn die Spannung zwischen der festgelegten Spannung K1 und der unteren Grenzspannung K2 liegt, nimmt der Korrekturkoeffizient C mit der Spannung ab, insbesondere proportional zur Spannung. Mit der Bereitstellung der Karte braucht das Vergleichs/Auswahlelement 76C das Spannungssignal 43a nicht ermitteln/mit der unteren Grenzspannung K2 vergleichen. Des weiteren braucht das Referenzspannungsspeicherelement 76B die untere Grenzspannung K2 nicht speichern. Daher kann die Anordnung des gesamten Systems vereinfacht werden.

[0092] Des weiteren gibt das Vergleichs/Auswahlelement 76C das Niederspannungssignal LV2, basierend auf dem Vergleichsergebnis, an das Zielstromschaltungselement 76E aus. Wie das Niederspannungssignal LV1 ist auch das Niederspannungssignal LV2 im Niederspannungszustand im H-Zustand (HIGH) und im Normalzustand im L-Zustand (LOW).



[0093] Das Multiplikationselement 76D enthält eine Multipliziereinheit als Hardware oder als softwarekontrollierte Multiplizierfunktion. Das Multiplikationselement 76D multipliziert den Zielstrombetrag 76Aa, welcher vom Zielstromfestlegungselement 76A ausgegeben wird, mit dem Korrekturkoeffizienten C, welcher von dem Vergleichs/Auswahlelement 76C ausgegeben wird, und gibt den so korrigierten Zielstrombetrag 76Da ( $= C \times 76Aa$ ) an das Zielstromschaltungselement 76E aus.

[0094] Das Zielstromschaltungselement 76E ist mit einem Schaltelement und ähnlichem ausgestattet und schaltet den Zielstrombetrag 76Aa und 76Da basierend auf dem Zustand (H oder L) des Niederspannungssignals LV2 des Vergleichs/Auswahlelements 76C. Dabei sind die Zielstrombeträge 76Aa und 76Da Eingangsgrößen.

[0095] Genauer, wenn sich das Niederspannungssignal LV2 im L-Zustand befindet, welches nicht im Niederspannungszustand ist, sondern im Normalzustand, dann gibt das Zielstromschaltungselement 76E den Zielstrombetrag 76Aa des Zielstromfestlegungselements 76A als Zielstrombetrag 76a an die Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 (Fig. 7), welche später beschrieben wird, aus.

[0096] Wenn sich dagegen das Niederspannungssignal LV2 im H-Zustand befindet, was im Niederspannungszustand der Fall ist, dann gibt das Zielstromschaltungselement 76E den korrigierten Zielstrombetrag 76Da im Niederspannungsbereich als Zielstrombetrag 76a an die später beschriebene Abweichungsberechnungsvorrichtung 77 aus.

[0097] Demgemäß wird das Unterstützungsdrehmoment beim Erreichen des Niederspannungszustands entsprechend der Spannung der Stromquelle BAT nach unten korrigiert. Daher nimmt der Fahrer kein unbehagliches Gefühl wahr. Vorzugsweise wird die Abnahme des Unterstützungsbetrags eher unter Berücksichtigung der Abnahme der Spannung als unter Berücksichtigung der Zeit vorgenommen, da die Stromversorgung BAT keiner starken Last unterliegt. Im Fall, daß der Unterstützungsbetrag entsprechend der Zeit abnimmt, könnte nämlich ein größerer Unterstützungsbetrag benötigt werden, auch wenn die Spannung plötzlich abfällt, was zu einer beschleunigten Spannungsabnahme der Stromquelle BAT führt.

[0098] Wenn der Niederspannungszustand angenommen wird, läßt die EPS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70B eine EPS-Warnleuchte WL2 aufleuchten, um so dem Fahrer anzuzeigen, daß der Unterstützungsbetrag der Servolenkung verringert ist. Aus diesem Grund gibt das Vergleichs/Auswahlelement 76C das Niederspannungssignal LV2, welches auf dem Entscheidungsergebnis basiert, ob ein Niederspannungszustand vorliegt oder nicht, an die EPS-Warnleuchte WL2 aus. Die EPS-Warnleuchte WL2 leuchtet, wenn das Niederspannungssignal LV2 im H-Zustand anliegt.

[0099] Wenn sich die Spannung der Stromversorgung BAT erholt, ändert die EPS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70B das Niederspannungssignal LV2 vom H-Zustand in den L-Zustand, um so mit dem normalen Unterstützungsdrehmoment zu unterstützen. Ob sich die Spannung der Stromversorgung BAT erholt hat oder nicht, wird basierend auf der Beurteilung entschieden, ob die Spannung (IG-Spannung) für länger als 0,5 Sekunden ständig über 9,68 V ist. Diese Bedingungen können angesichts eines Rauschens, Hysteresis und ähnlichem festgelegt werden.

[0100] Aus diesem Grund speichert das Referenzspannungsspeicherelement 76B der zuvor erwähnten EPS-Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70B (oder der Zielstromfestlegungsvorrichtung 76) eine Erholungsspannung K0 neben der festgelegten Spannung K1. Der Wert der Erholungsspannung K0 ist 9,68 V, wie vorher unter Bezugnahme zur IG-Spannung schon erwähnt wurde. Über die vorher er-

wähnte Vergleichsfunktion des Komparators und ähnlich hinaus, besitzt das Vergleichs/Auswahlelement 76C eine weitere Vergleichsfunktion, um das Spannungssignal 4 mit der Erholungsspannung K0 zu vergleichen und zu bestimmen, ob sich das Spannungssignal 43a für länger als 0 Sekunden ständig oberhalb der Erholungsspannung K0 befindet.

[0101] Das Vergleichs/Auswahlelement 76C bestimmt, daß sich die Spannung der Stromversorgung BAT erholt hat, wenn das Spannungssignal 43a für länger als 0,5 Sekunden ständig größer als die Erholungsspannung K0 ist. Wenn sich die Spannung erholt, ändert das Vergleichs/Auswahlelement 76C den Zustand des Niederspannungssignals LV2 von einem H-Zustand zu einem L-Zustand. Dadurch wird die EPS-Warnleuchte WL2 ausgeschaltet. Gleichzeitig wird die Unterstützung durch das Zielstromschaltungselement 76E ausgewählt, um den Zielstrombetrag 76a auf den von dem Zielstromfestlegungselement 76A ausgegebenen Zielstrombetrag 76Aa umzustellen, wodurch eine Unterstützung mit dem normalen Unterstützungsdrehmoment gewährleistet wird. Wenn dagegen die Spannung über 9,5 V liegt, ist der Korrekturkoeffizient C gleich "1" und dadurch wird die Unterstützung mit dem normalen Unterstützungsdrehmoment durchgeführt, unabhängig vom Zustand des Niederspannungssignals LV2.

[0102] Wie oben erwähnt, besitzen die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung unterschiedliche Wiederherstellungsbedingungen bei Erholung der Stromversorgung BAT. Dies ist deshalb der Fall, weil die Servolenkung die Lenktätigkeit des Fahrers eher beeinflusst als die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung. Des weiteren ist es nicht empfehlenswert, die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung bei einer unstabilen Verfassung der Stromversorgung BAT zu betreiben. Wenn die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung bei einer unstabilen Verfassung der Stromversorgung BAT fortwährend betrieben wird, kann sie bei einem erneuten Spannungseinbruch im Schnell-Zustand stillstehen.

#### Klimaanlage ECU

[0103] In dem Fall, daß das Fahrzeug mit einem Klimaaudiosystem (im folgenden als "Klimaanlage" bezeichnet) ausgestattet ist, schickt die Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 ein Niederspannungssignal LV2 an eine Klimaanlage-ECU (Electronic Control Unit, elektronische Steuer-Reglereinheit), welche die Klimaanlage vollständig steuert, wie in Fig. 7 gezeigt. Die Klimaanlagen ECU verringert oder reduziert die Leistung der Klimaanlage, wenn ein Niederspannungssignal LV2 im H-Zustand empfängt. Die Leistung der Klimaanlage wird reduziert, indem die Leistung eines Ventilators/Gebläses verringert wird, oder die Leistung eines Kompressors verringert (oder gestoppt) wird. Die Klimaanlagen-ECU nimmt den Betrieb der Klimaanlage zu den normalen Bedingungen wieder auf oder beginnt wieder mit dem Betrieb, wenn sie ein Niederspannungssignal LV2 im L-Zustand empfängt.

[0104] Unter Bezugnahme auf die Fig. 11 und 12 und, v. n. nötig, die Fig. 1 bis 10, wird der Betrieb eines Fahrzeuges, welches die zuvor erwähnte Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung 1 enthält, beschrieben. Fig. 11 zeigt ein Steuerungs-Zeitdiagramm bei einem Spannungsabfall und Fig. 12 zeigt ein Steuerungs-Zeitdiagramm bei einer Erholung der Spannung.

#### Zustand verringerter Spannung

[0105] Zunächst wird das in Fig. 11 gezeigte Steuerungs-Zeitdiagramm erklärt.

[0106] Wie in der Zeichnung gezeigt, liefert die Stromversorgung BAT im Bereich zwischen den Punkten a und b eine bestimmte konstante Spannung (IG Spannung) von über 9,5 V. Daher betreibt die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung den VGS-Motor entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit und ändert den Exzentrizitätsbetrag derart, daß die optimale Lenkwinkelcharakteristik für die Fahrzeuggeschwindigkeit vorliegt. Währenddessen erzeugt die Servolenkung ein normales Lenkunterstützungsdrehmoment, entsprechend dem vom Fahrer erzeugten Lenkdrehmoment, um die Lenktätigkeit des Fahrers zu erleichtern.

[0107] Am Punkt b beginnt die Spannung abzunehmen. Im Bereich zwischen Punkt b und Punkt c nimmt die Spannung ab. Da die Spannung aber immer noch über der festgesetzten Spannung (9,5 V) liegt, wird der Niederspannungszustand von der Steuerungs/Regelungsvorrichtung 70 (oder dem Vergleichs/Auswahlelement 71C, 76C) nicht erkannt. Als Konsequenz kann, wie im Bereich zwischen a und b, eine optimale Lenkverhältnisscharakteristik entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit und eine Unterstützung entsprechend des vom Fahrer erzeugten Lenkdrehmoments erzielt werden.

[0108] Am Punkt c ist die Spannung 9,5 V. Der Niederspannungszustand wird jedoch noch nicht festgestellt. Am Punkt d ist die Spannung seit mehr als 0,5 Sekunden ständig unter 9,5 V und fail-safe (F/S) wird festgesetzt. Deshalb wird der Niederspannungszustand von dem Vergleichs/Auswahlelement 71C der Zielexzentrizitätsfestlegungsvorrichtung 71 festgestellt, und das Vergleichs/Auswahlelement 71C gibt ein Niederspannungssignal LV1 im H-Zustand aus. Der Zielexzentrizitätsbetrag 71a wird dann der Maximalwert, so daß die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung gleichmäßig in den Langsam-Zustand gebracht wird. Gleichzeitig erleuchtet die VGS-Warnleuchte WL1. Der Niederspannungszustand wird gleichzeitig auch von dem Vergleichs/Auswahlelement 76C der Zielstromfestlegungsvorrichtung 76 erkannt, und das Vergleichs/Auswahlelement 76C gibt ein Niederspannungssignal LV2 im H-Zustand aus. Dadurch wird der Zielstrombetrag 76Aa, welcher von dem Zielstromfestlegungselement 76A ausgegeben wird, mit dem Korrekturfaktor C multipliziert und der Zielstrombetrag 76a nach unten korrigiert. Als Folge davon wird die Unterstützung durch das Lenkunterstützungsdrehmoment verringert. Zusätzlich wird der Betrieb der Klimaanlage eingestellt (eingeschränkt), weil das Niederspannungssignal LV2 auch an die Klimaanlage-ECU gesandt wird. Durch diese Abläufe erfolgt eine Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT.

[0109] Im Bereich zwischen Punkt d und Punkt e wurde die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung in den Langsam-Zustand gebracht, da die Spannung der Stromversorgung hier kleiner als 9,5 V aber größer als 8 V ist. Der VGS-Motor 27 verbraucht, nachdem der Langsam-Zustand eingenommen wurde, keine elektrische Energie mehr und so erfolgt eine Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT. Wenn die Spannung im Bereich zwischen 9,5 V und 8 V abfällt, erzeugt die Servolenkung unter Verwendung des Korrekturkoeffizienten C, welcher mit der Spannung abnimmt, ein Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der Spannung. Mit diesem Lenkunterstützungsdrehmoment wird die Lenktätigkeit des Fahrers unterstützt. Im Bereich zwischen d und e nimmt der Fahrer auch dann kein unangenehmes Gefühl wahr, wenn die Spannung der Stromversorgung BAT während des Lenkens abnimmt, weil das Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der Spannung gleichmäßig abnimmt. Des weiteren unterliegt die Stromversorgung BAT keiner starken Last, da das Lenkunterstützungsdrehmoment gemäß der

Spannung abnimmt. Die Abnahme der Spannung der Stromversorgung BAT von 9,5 V auf 8 V nimmt mindestens 10 Sekunden in Anspruch, meistens mehr. Die VGS-Warnleuchte WL1 und die EPS-Warnleuchte WL2 bleiben angeschaltet und die Klimaanlage bleibt ausgeschaltet. Dies kann die Aufmerksamkeit des Fahrers erregen, als auch eine Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT bewirken.

[0110] Am Punkt e wird die Spannung der Stromversorgung BAT 8 V (die untere Grenzspannung K2) und, wie in Fig. 10B gezeigt, wird der Korrekturkoeffizient C gleich 0 (Null). Die Servolenkung erzeugt dann kein Lenkunterstützungsdrehmoment mehr, das heißt die Unterstützung wird ganz eingestellt, so daß eine Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT erfolgt. Es sollte beachtet werden, daß auch wenn die Unterstützung durch die Servolenkung ganz eingestellt wurde, die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung im Langsam-Zustand ist und so die Lenktätigkeit durch die manuelle Eingabe des Lenkdrehmoments durch den Fahrer ermöglicht wird. Falls die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung am Punkt e noch nicht in den Langsam-Zustand gebracht wurde, wird der VGS-Motor 27 kontinuierlich betrieben, um ihn in den Langsam-Zustand zu bringen. Dies geschieht, damit die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung nur im Langsam-Zustand stillgesetzt wird.

[0111] Wie oben erwähnt, kann ein plötzlicher Spannungsabfall durch die Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT während des Andauerns des Zustands verringerter Spannung verhindert werden. Des weiteren nimmt der Fahrer kein unangenehmes Gefühl wahr, weil die Servolenkung das Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der Spannung nach unten korrigiert. Des weiteren wird die Lenktätigkeit des Fahrers nicht gestört, weil die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung in den Langsam-Zustand gebracht wird.

#### Zustand der Spannungserholung

[0112] Als nächstes wird das in Fig. 12 gezeigte Steuerungs-Zeitdiagramm, in dem sich die Spannung erholt, erklärt.

[0113] Wie in der Zeichnung gezeigt, ist die Spannung (IG-Spannung) der Stromversorgung BAT am Punkt g kleiner als 9,5 V aber größer als 8 V. Daher wurde die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung im Langsam-Zustand angehalten. Wie oben erwähnt, hängt das Lenkunterstützungsdrehmoment der Servolenkung von der Spannung der Stromversorgung BAT ab. Die VGS-Warnleuchte WL1 und die EPS-Warnleuchte WL2 bleiben an und die Klimaanlage bleibt ausgeschaltet. In anderen Worten: Die Verlängerung der Lebenserwartung oder Erholung der Stromversorgung BAT wird durchgeführt.

[0114] Als Konsequenz dieser Lebenserwartungsverlängerungsfunktion stockt die Abnahme der Spannung am Punkt h und die Erholung oder Zunahme der Spannung setzt ein. Im Bereich zwischen dem Punkt h und Punkt i wird die Lebenserwartungsverlängerungsfunktion weiter ausgeführt, da die Spannung kleiner als 9,68 V, die Erholungsspannung K0, ist. Allerdings nimmt das von der Servolenkung erzeugte Lenkunterstützungsdrehmoment entsprechend der zunehmenden Spannung zu.

[0115] Am Punkt i erreicht die Spannung den Wert der Erholungsspannung K0, nämlich 9,68 V. Trotzdem wird am Punkt i der Normalzustand noch nicht bestimmt. Am Punkt j ist die Spannung für mehr als 0,5 Sekunden ständig über 9,68 V (Erholung fixiert), der Normalzustand wird nun von dem Vergleichs/Auswahlelement 76C der Zielstromfestle-

gungsvorrichtung 76 festgestellt, und das Vergleichs/Auswahlelement 76C gibt ein Niederspannungssignal LV2 im L-Zustand aus. Dadurch erzeugt die Servolenkung ein normales Lenkunterstützungsdrehmoment, die EPS-Warnleuchte WL2 ist ausgeschaltet und weiterhin wird die Klimaanlage wieder in Gang gesetzt. Der Fahrer wird durch das normale Lenkunterstützungsdrehmoment unterstützt und das Fahrzeug wird klimatisiert (Klimaanlage wiederhergestellt). Im Wesentlichen wird das Lenkunterstützungsdrehmoment auf den Normalwert wiederhergestellt (bezogen auf den Korrektorkoeffizienten C in Fig. 10), wenn die Spannung über 9,5 V, der festgelegten Spannung K1, liegt.

[0116] Die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung bleibt währenddessen im Langsam-Zustand, auch wenn die Spannung der Stromquelle BAT für mehr als 0,5 Sekunden ständig über 9,68 V liegt. Die VGS-Warnleuchte WL1 bleibt angeschaltet. Wenn nach dem Aus- und Einschalten des Zündschalters die Spannung der Stromversorgung BAT über 9,5 V beträgt, wird die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in der normalen Betriebsart, mit ausgeschalteter VGS-Warnleuchte WL1, betrieben. In diesem Fall gibt das Vergleichs/Auswahlelement 71C der Zielkonzentritätsfestlegungsvorrichtung 71 ein normales Niederspannungssignal LV1 im L-Zustand aus.

[0117] Wie oben erwähnt, nimmt der Fahrer kein unbeagliches Gefühl wahr, da das Lenkunterstützungsdrehmoment der Servolenkung vergrößert wird, wenn sich die Spannung erholt. Des weiteren wird der Langsam-Zustand der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung beibehalten, auch wenn sich die Spannung der Stromversorgung BAT erholt, um auf einen unbeständigen Zustand nach der Erholung der Spannung vorbereitet zu sein. Dies geschieht, um die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung ausschließlich im Langsam-Zustand anzuhalten, auch wenn die Spannung wieder abfällt. Außerdem wird die Erholung der Spannung unterstützt.

[0118] Während die Erfindung in Detail und unter Bezugnahme auf eine spezielle Ausführungsform beschrieben wurde, ist es für einen Fachmann leicht ersichtlich, daß unterschiedliche Veränderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom Wesen und Umfang der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel kann das Lenkunterstützungsdrehmoment der Servolenkung durch eine Ausblendungs/fade-out-Steuerungs/Regelungsvorrichtung der Servolenkung, welcher in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 2000-198457 offenbart wurde, nach unten korrigiert werden. Des weiteren ist die Korrektur des Lenkunterstützungsdrehmoments nicht immer notwendig. Die Möglichkeiten, die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in den Langsam-Zustand zu bringen, sind nicht auf die oben dargelegten Ausführungsformen beschränkt. Es ist auch möglich, die Stromversorgung der Servolenkung obligatorisch einzustellen, wenn die Spannung auf oder unter eine untere Grenzspannung abfällt.

[0119] Ein Fahrzeug, welches eine Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung (1) enthält, wird vorgestellt. Die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung beeinflusst ein Lenksystem (S) des Fahrzeugs und ändert das Verhältnis des Lenkwinkels der lenkbaren Straßenräder (W) zu einem Lenkwinkel des Lenkrads (2), indem ein elektrischer Motor entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit betrieben wird. Die Servolenkung (1) beeinflusst das Lenksystem (S) des Fahrzeugs und stellt ein Unterstützungslenkdrehmoment bereit, indem ein elektrischer Motor (8) entsprechend einer manuellen Eingabe von Lenkraddrehmoment betrieben wird. Das Fahrzeug enthält ein Versorgungsspannungsmeßgerät (43) zur Ermittlung einer Spannung einer Stromquelle und eine Steuerungs/Rege-

lungseinheit (60) zur Steuerung/Regelung des elektrischen Motors der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung entsprechend der ermittelten Spannung (43a). Wenn die ermittelte Spannung (43a) auf eine festgelegte Spannung abfällt, bringt die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand und schaltet danach die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung ab.

#### Patentansprüche

1. Fahrzeug, welches eine Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung und eine Servolenkung (1) enthält, wobei die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung auf ein Lenksystem (S) des Fahrzeugs einwirkt und das Verhältnis des Lenkwinkels der lenkbaren Straßenräder (W) zu einem Lenkwinkel des Lenkrads (2) ändert, indem ein elektrischer Motor entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit betrieben wird und die Servolenkung (1) auf ein Lenksystem (S) des Fahrzeugs einwirkt und ein Unterstützungslenkdrehmoment bereitstellt, indem ein elektrischer Motor entsprechend einem manuell angelegten Lenkraddrehmoment betrieben wird, wobei das Fahrzeug enthält: ein Versorgungsspannungsmeßgerät (43) zur Ermittlung einer Spannung einer Stromquelle (BAT); und eine Steuerungs/Regelungseinheit (60) zur Steuerung/Regelung des elektrischen Motors (27) der Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung entsprechend der ermittelten Spannung (43a), wobei, wenn die ermittelte Spannung (43a) auf eine festgelegte Spannung (K1) oder darunter abfällt, die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand bringt und danach die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung stilllegt.
2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Unterstützung durch das von dem elektrischen Motor (8) der Servolenkung (1) abgegebene Unterstützungslenkdrehmoment verringert, wenn die ermittelte Spannung (43a) auf eine festgelegte Spannung (K1) oder darunter abfällt, und die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Unterstützung durch dieses Unterstützungslenkdrehmoment einstellt, wenn die Spannung weiter auf eine untere Grenzspannung (K2) abfällt, welche so festgelegt ist, daß sie kleiner ist als die festgelegte Spannung (K1).
3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die ermittelte Spannung (43a) zwischen der festgelegten Spannung (K1) und der unteren Grenzspannung (K2) liegt, die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Unterstützung durchführt und zwar mit einem in Abhängigkeit vom Wert der ermittelten Spannung verringertem Unterstützungslenkdrehmoment.
4. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand bringt, wenn die ermittelte Spannung (43a) für eine bestimmte Zeitspanne ständig auf die festgelegte Spannung (K) oder darunter abfällt.
5. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsvorrichtung mit variabler Übersetzung in einen Langsam-Zustand bringt und gleichzeitig die Unterstützung durch das Unterstüt-

zungslenkdrehmoment der Servolenkung (1) verringert, wenn die ermittelte Spannung (43a) für eine bestimmte Zeitspanne ständig auf die festgelegte Spannung (K1) oder darunter abfällt.

6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung gemeinsam mit anderen Ausstattungsteilen, wie einer Klimaanlage oder einem Audiosystem, steuert/regelt.

7. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungs/Regelungseinheit (60) die Lenkungsrichtung mit variabler Übersetzung und die Servolenkung (1) gemeinsam mit anderen Ausstattungsteilen, wie einer Klimaanlage oder einem Audiosystem, steuert/regelt.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



**FIG. 2**

## 10 VORRICHTUNG ZUR VARIABLEN ÜBERSETZUNG

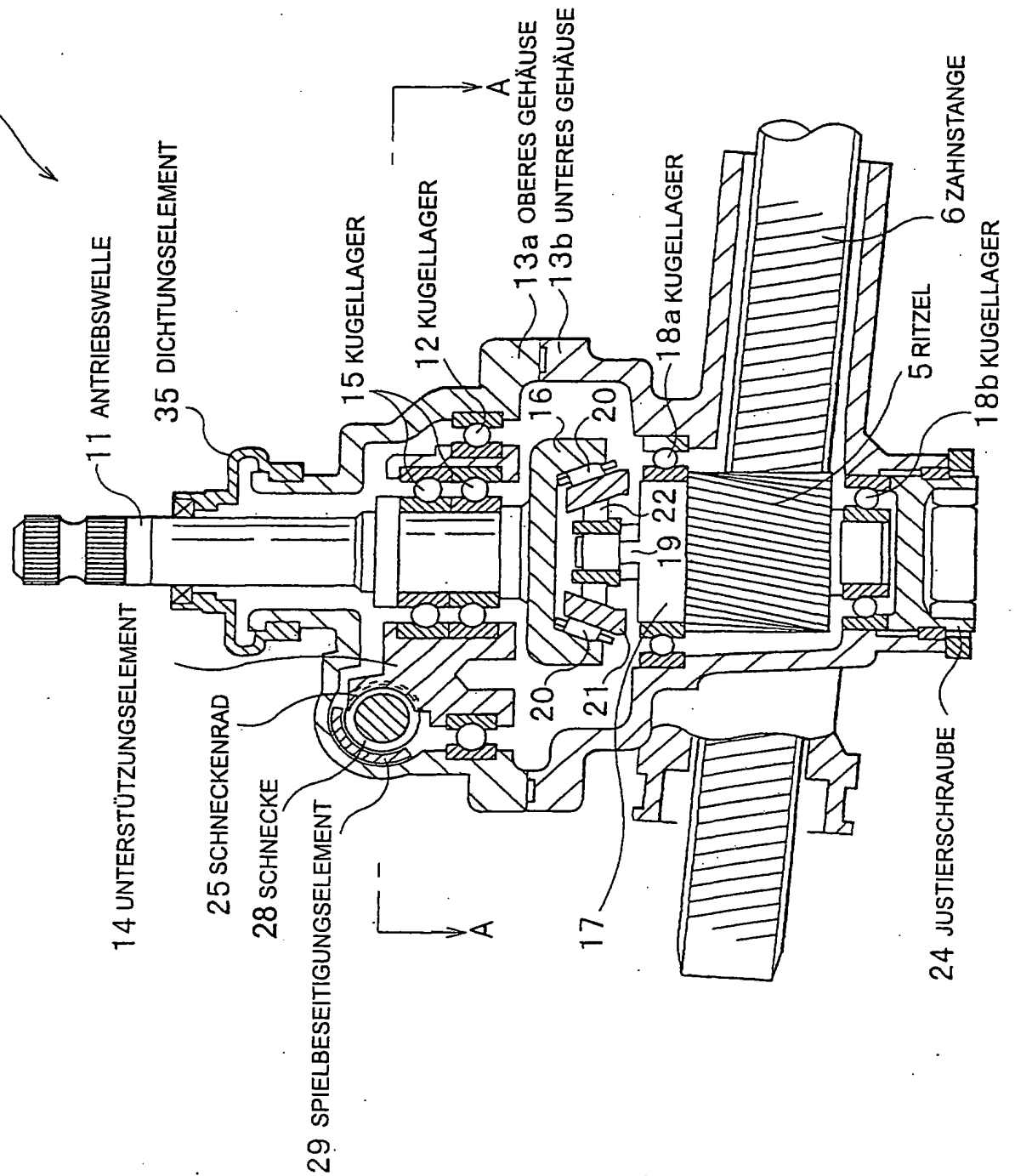
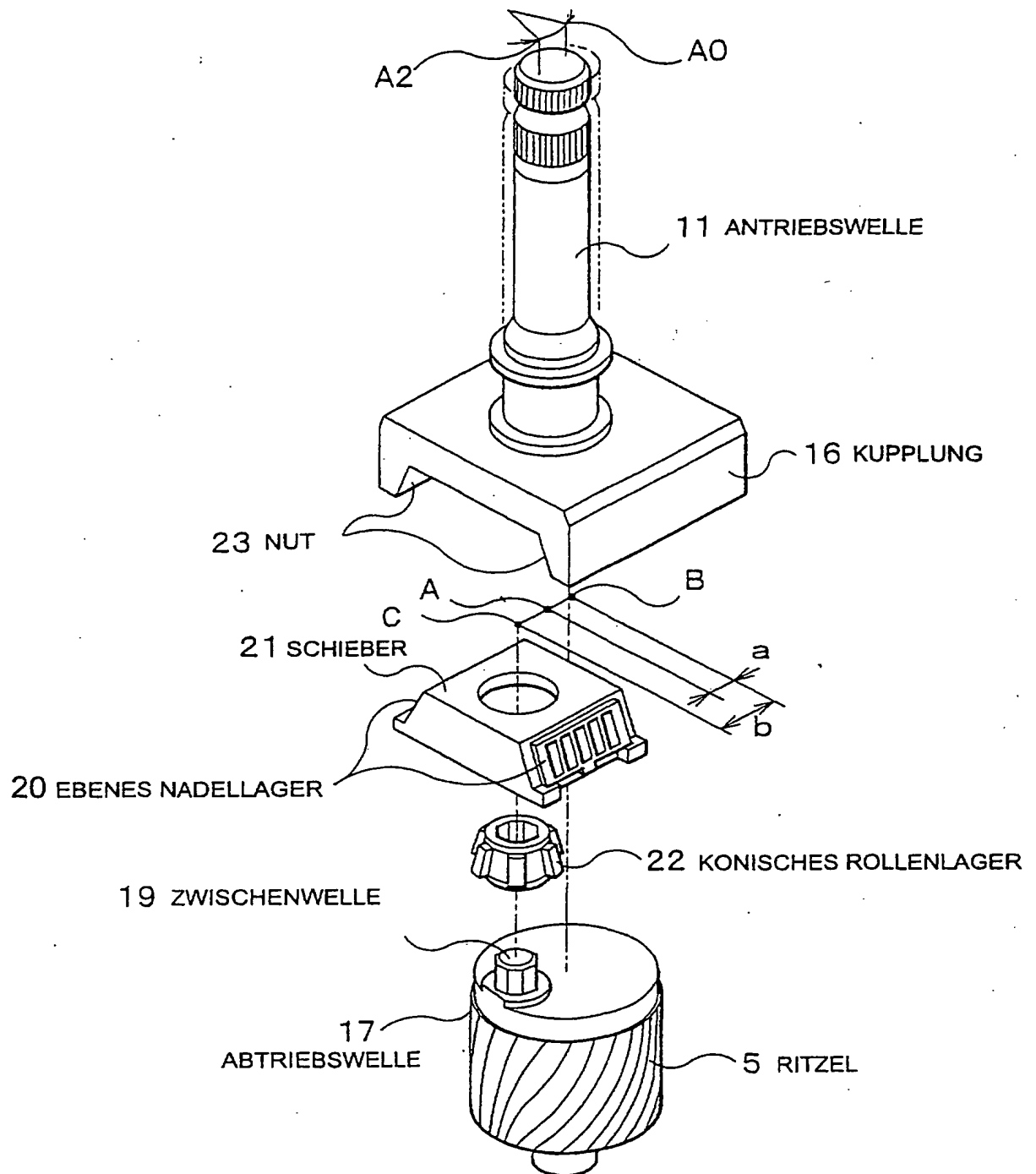




FIG. 3



A: ROTATIONSACHSE DER ANTRIEBSWELLE 11  
 B: ROTATIONSACHSE DER ABTRIEBSWELLE 17  
 C: PUNKT DES EINGRIFFS DER ZWISCHENWELLE 19  
 a: ABSTAND ZWISCHEN A UND B  
 b: ABSTAND ZWISCHEN B UND C

**FIG. 4**

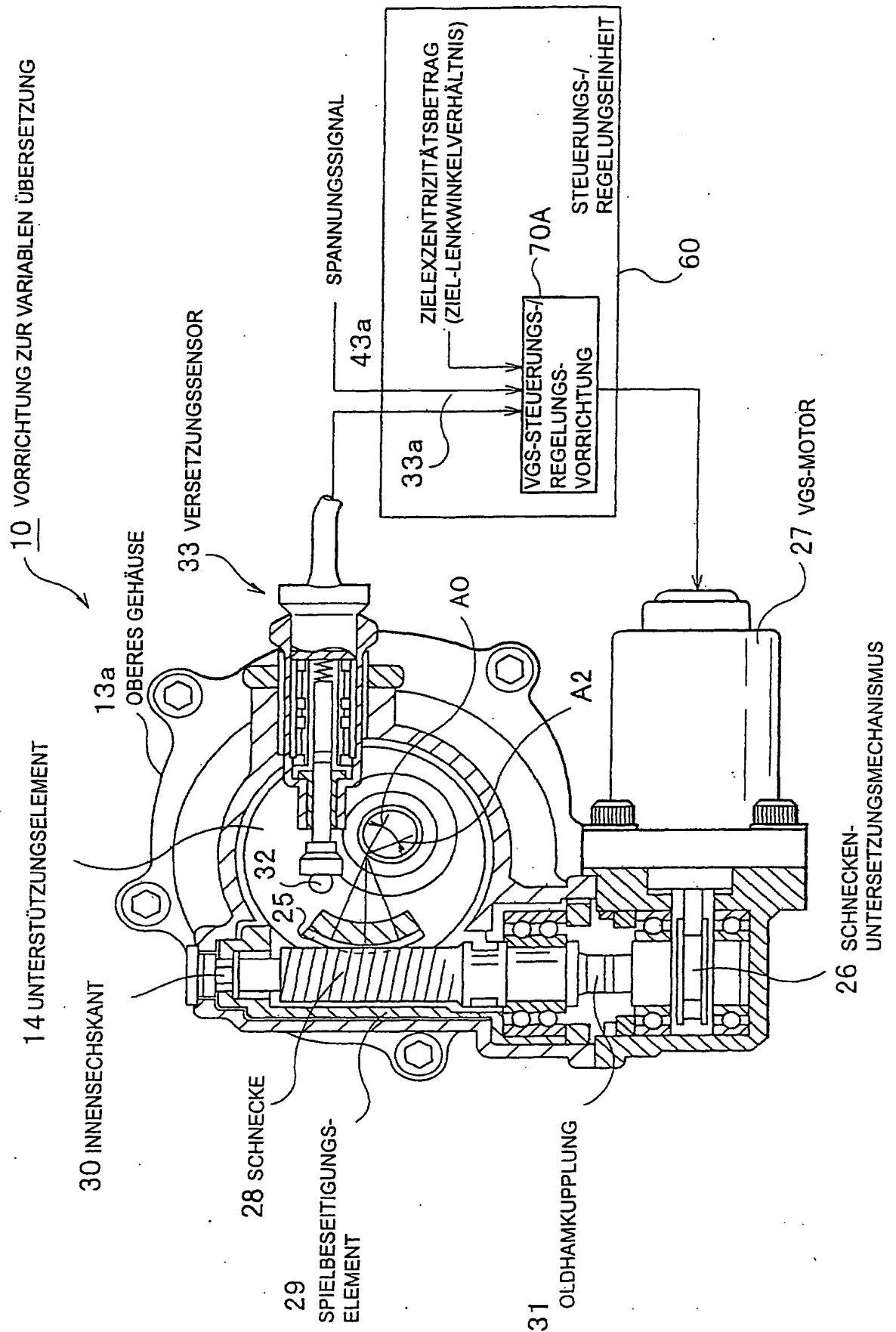


FIG.5

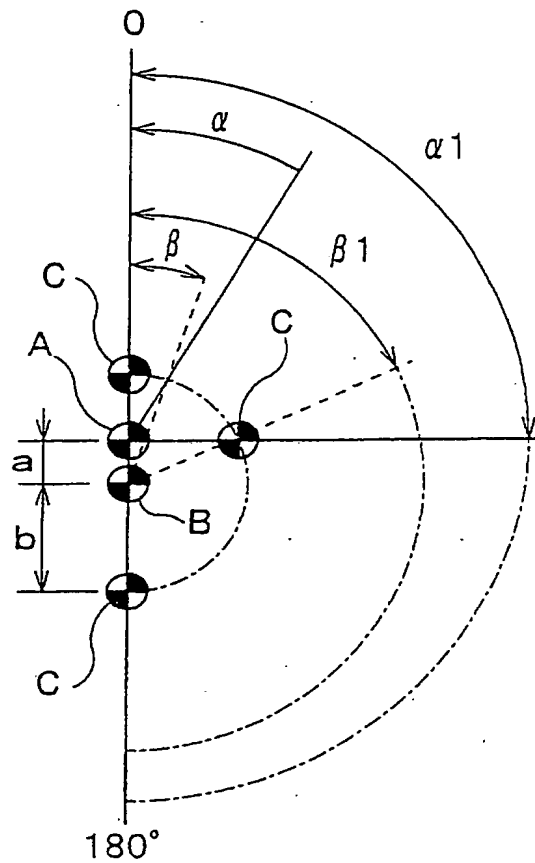


FIG.6

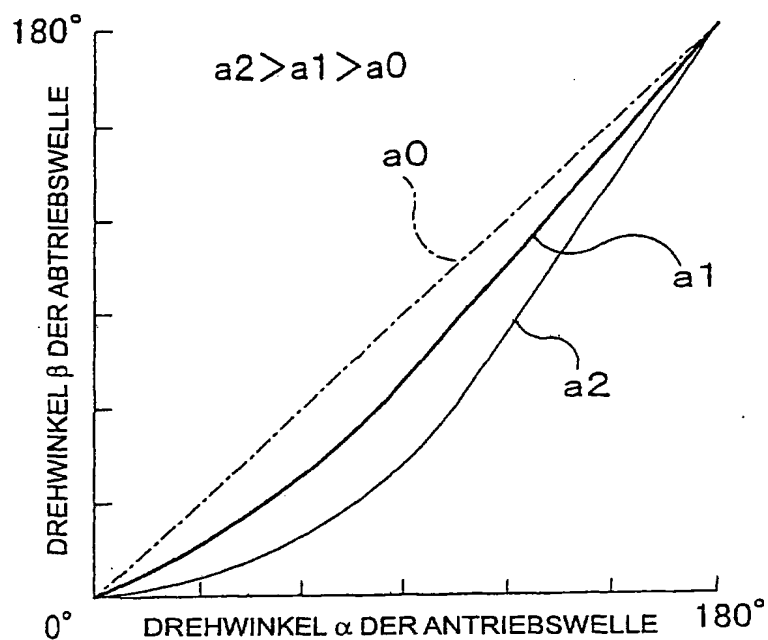


FIG.7

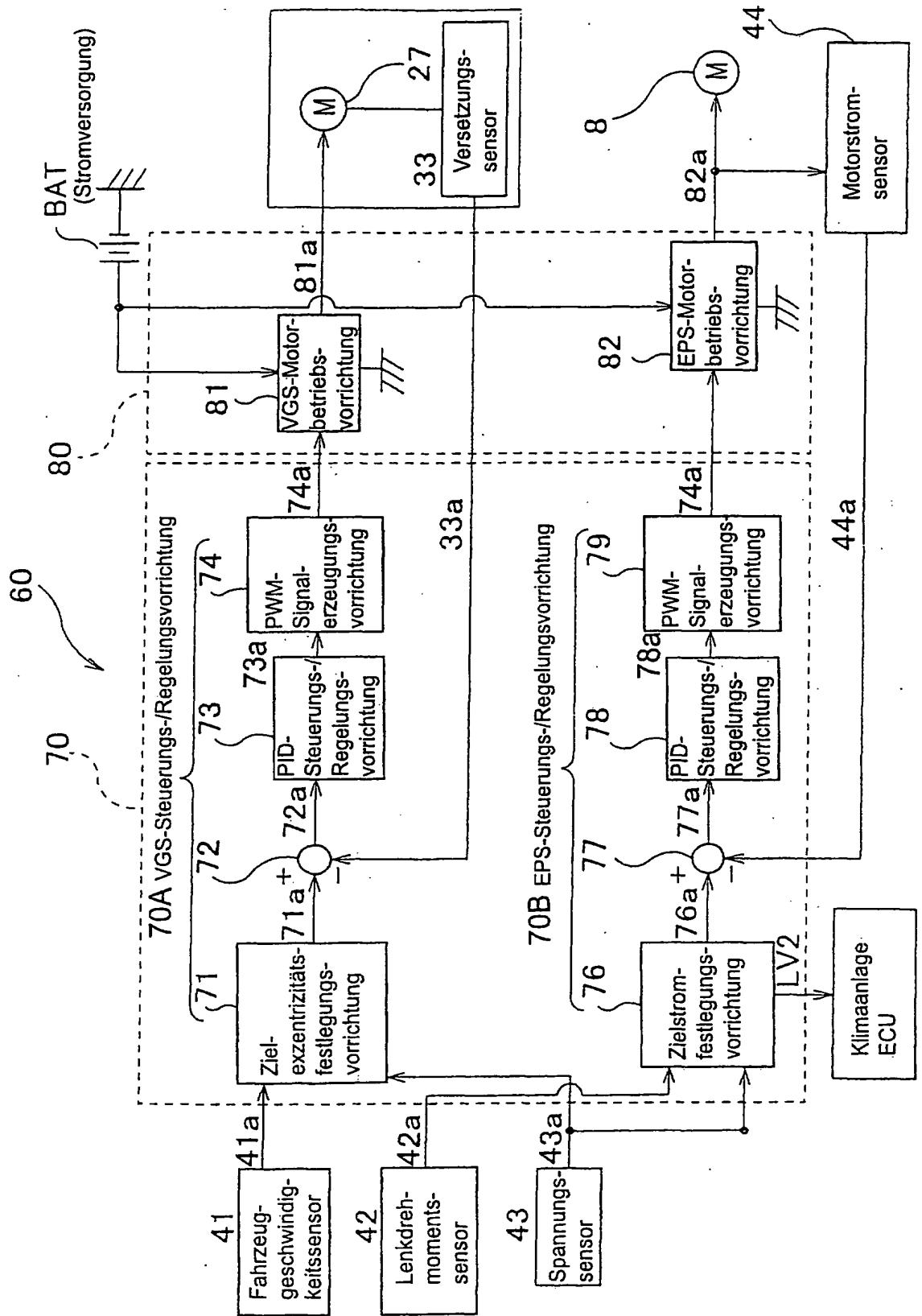


FIG.8

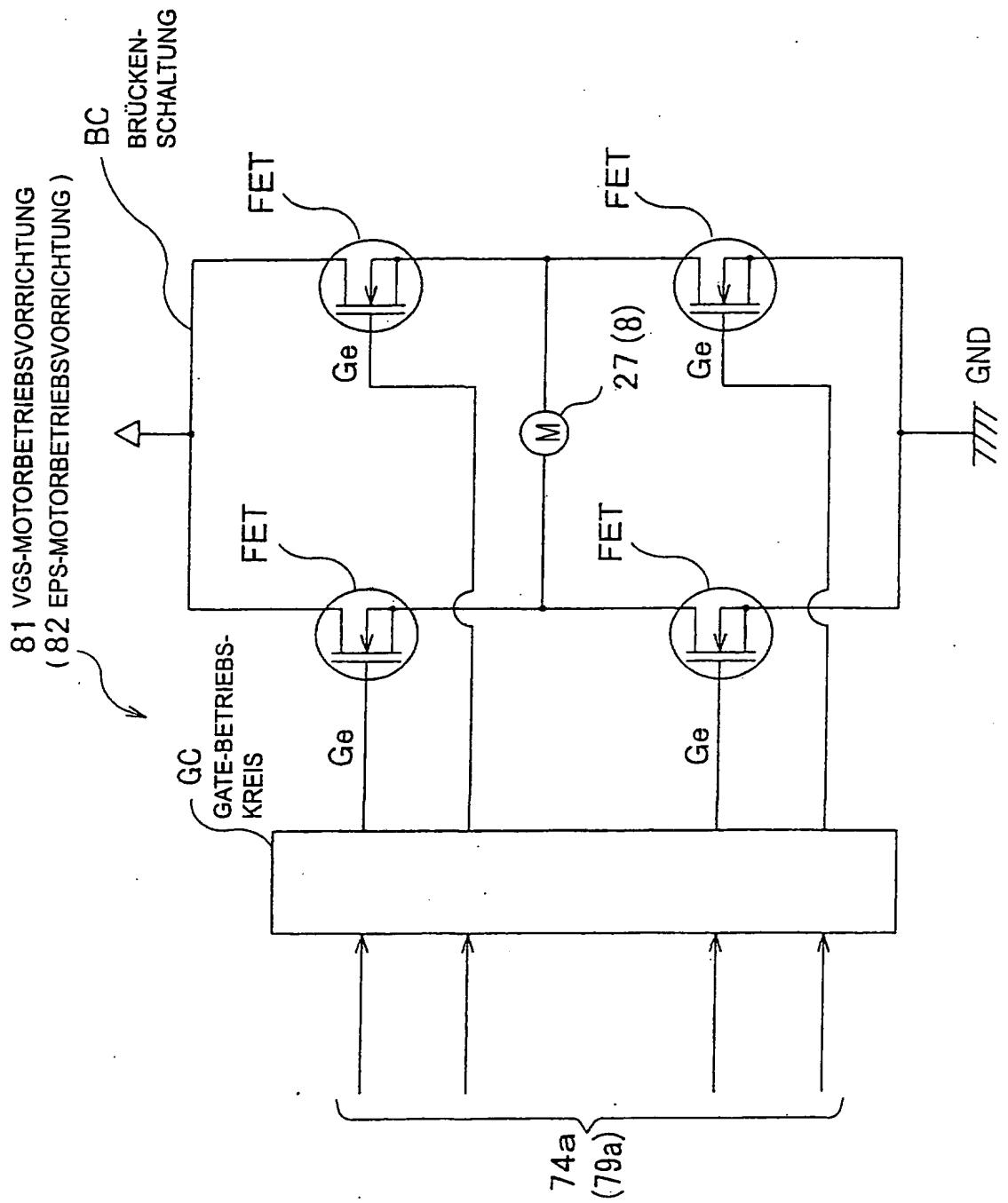




FIG. 9

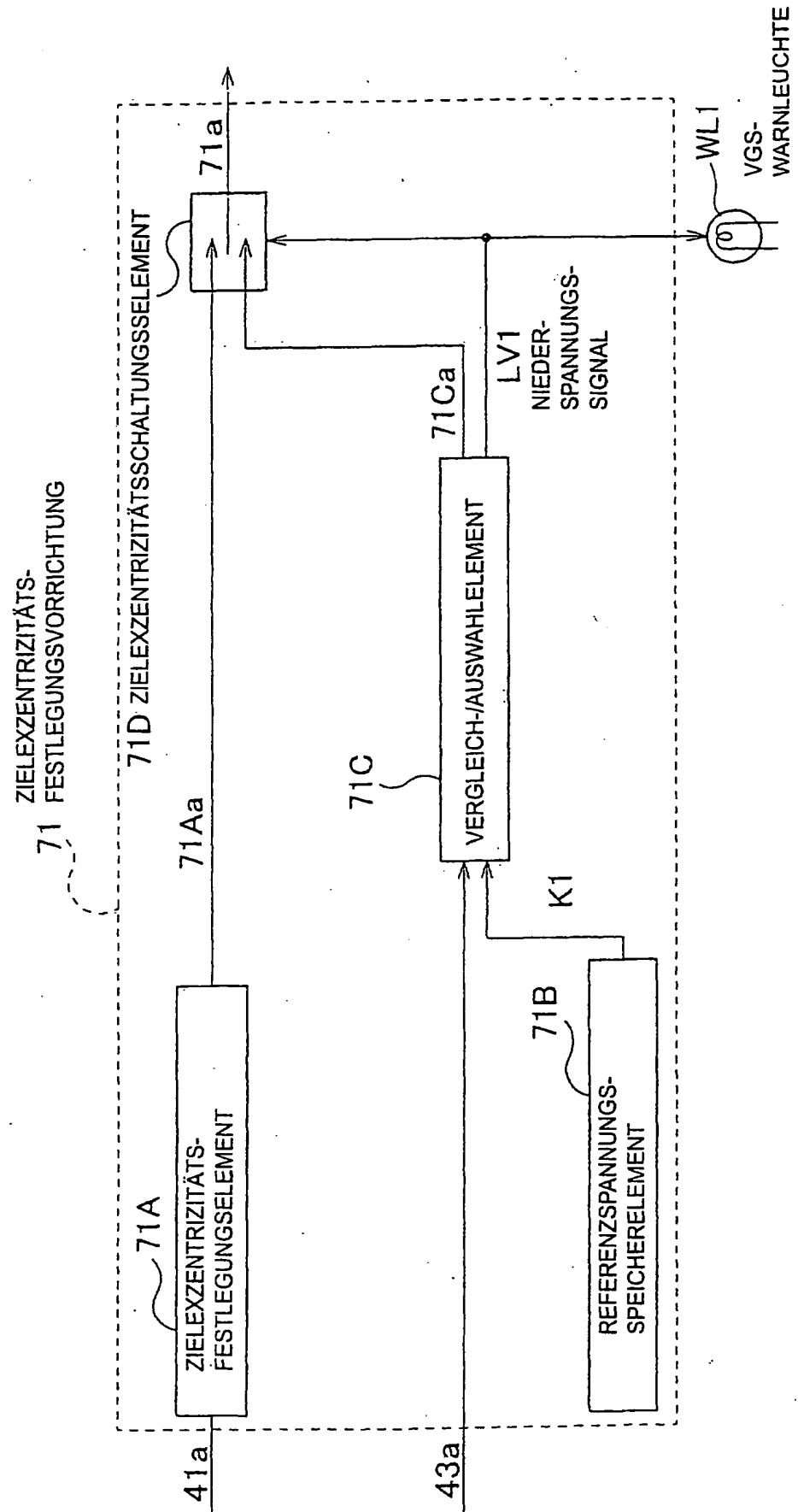


FIG.10A

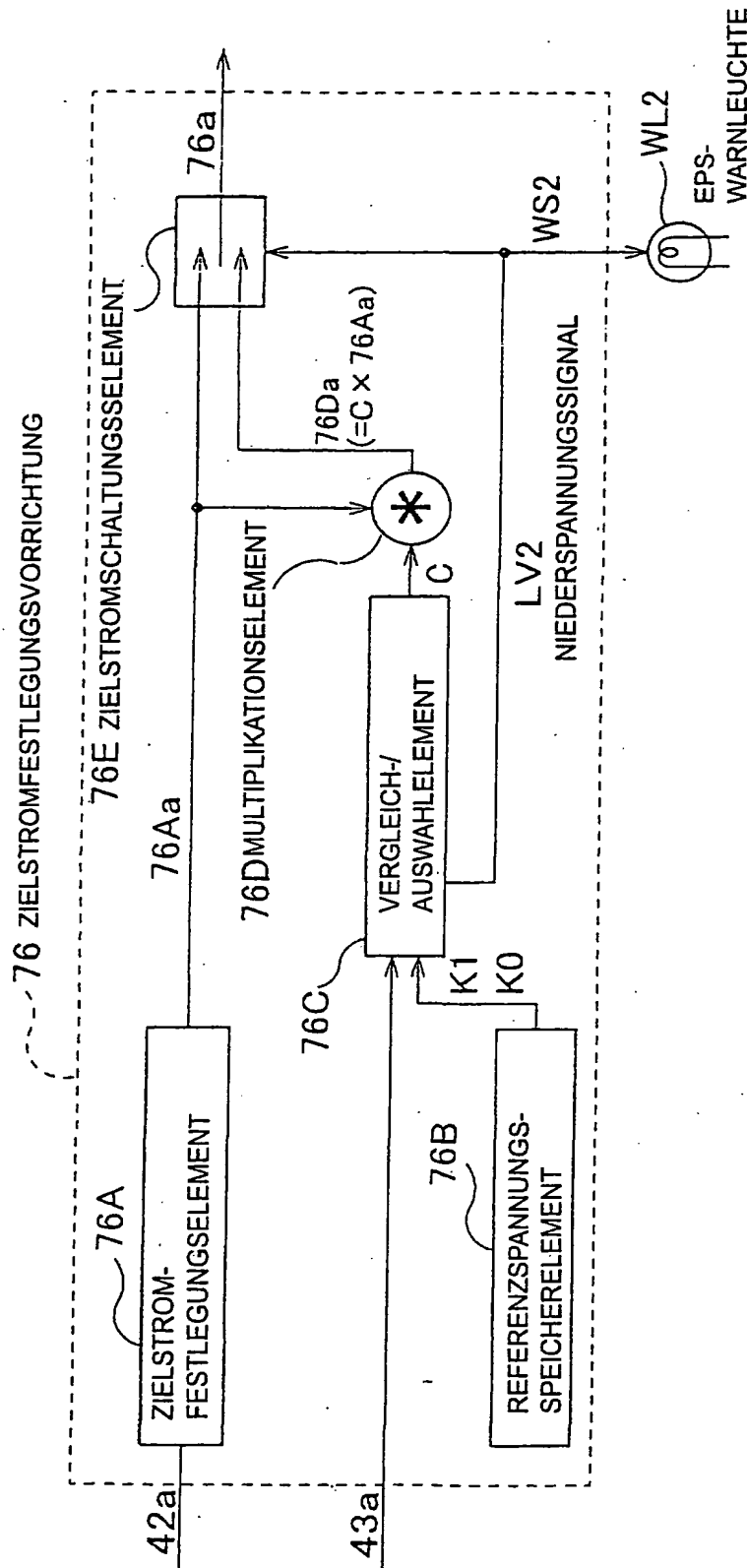


FIG.10B

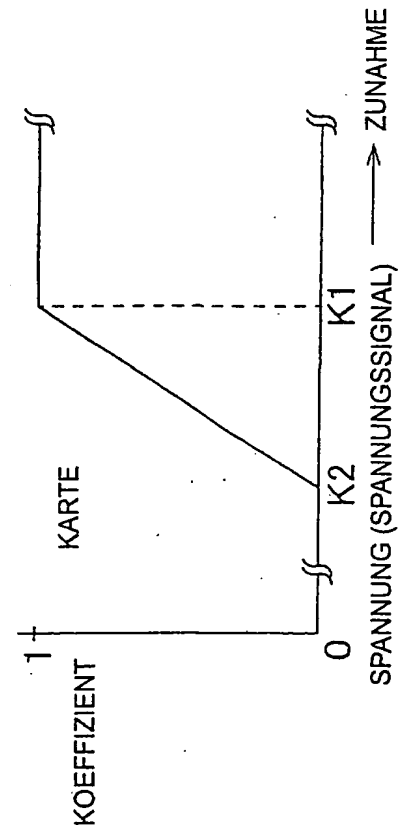


FIG.11

(ZUSTAND VERRINGERTER SPANNUNG)

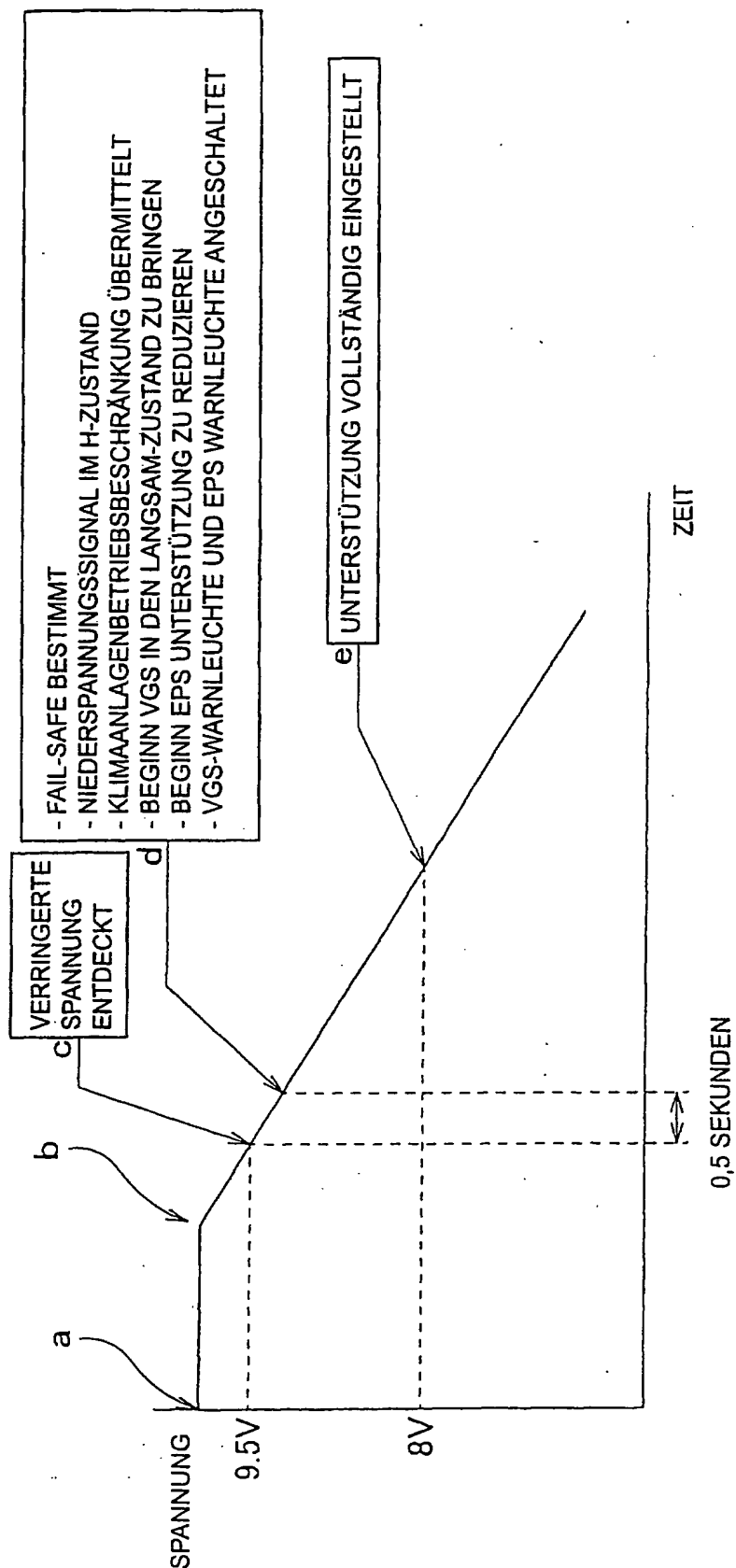


FIG.12

(ZUSTAND DER SPANNUNGSERHOLUNG)

